

COLEÇÃO
CADERNOS DA AMAZÔNIA
SÉRIE PESQUISA

HIDROQUÍMICA DOS RIOS DA AMAZONIA

Hillândia Brandão da Cunha
Domitila Pascoaloto



Edições
Governo do Estado

HIDROQUÍMICA DOS RIOS DA AMAZÔNIA



Secretaria de
Estado de Cultura

Av. Sete de Setembro, 1546
69005-141 - Manaus-AM-Brasil
Tels.: (92) 3633.2850 / 3633.3041 / 3633.1357
Fax.: (92) 3233.9973
E-mail: cultura@culturamazonas.am.gov.br
culturadoam.blogspot.com
facebook.com/culturadoamazonas
www.culturamazonas.am.gov.br

Hillândia Brandão da Cunha
Domitila Pascoaloto

HIDROQUÍMICA DOS RIOS DA AMAZÔNIA

CULTURA
Edições
Governo do Estado

COORDENAÇÃO EDITORIAL
ANTÔNIO AUZIER RAMOS

PROJETO GRÁFICO
KINTAWDESIGN

CAPA
FRED TEXEIRA

REVISÃO
CLÁUDIA ADRIANE SOUZA

FICHA CATALOGRÁFICA
YCARO VERÇOSA DOS SANTOS – CRB-11 287

R484C

HIDROQUIMICA DA AMAZÔNIA / HILANDIA BRAND˜AO DA CUNHA; DOMILITA PASCOALOTO MANAUS: GOVERNO DO ESTADO DO AMAZONAS – SECRETARIA DE ESTADO DA CULTURA, 2007.

174 P.

CDU 364.444
22. ED.

Somos um Amazonas cheio de orgulho da nossa gente, de nossas raízes, de nossa extraordinária vida cultural. Cada vez mais vamos investir no grande potencial da nossa cultura, na capital e no interior, com foco na geração de oportunidades para novos talentos.

Omar Aziz

Mansagem proferida pelo Governador Omar Aziz à Assembleia Legislativa do Estado do Amazonas em fevereiro de 2011.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO

APRESENTAÇÃO

Hillândia Brandão da Cunha[1]
Domitila Pascoaloto[2]

O Brasil é dotado de uma vasta e densa rede hidrográfica, sendo que muitos de seus rios destacam-se pela extensão, largura e profundidade, como é o caso dos rios São Francisco e Amazonas.

A bacia amazônica é partilhada por oito países, sendo que cerca de 60% de sua área encontra-se em território brasileiro, o que faz do Brasil um dos países mais ricos em biodiversidade do mundo. Os rios amazônicos e ecossistemas associados apresentam uma rica diversidade de fauna e flora de água doce de importância global.

Para melhor gerenciamento dos recursos hídricos, o país foi dividido em doze regiões hidrográficas, sendo a do Amazonas a que tem a maior área - correspondendo a aproximadamente 70% da água doce disponível no Brasil, sendo o rio Amazonas responsável por quase 20% da água doce global despejada anualmente nos oceanos. Apesar disso, essa bacia é a que apresenta menos informações sobre as

[1]Doutora em Ciências - Centro de Energia Nuclear na Agricultura - CENA/USP
[2]Doutora em Biologia - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA

características e qualidade de suas águas, o que se deve, principalmente, às suas dimensões e complexidade.

Desde o ano 2000 o rio Amazonas é reconhecido como o maior rio do mundo, tanto em extensão como em volume de água. No Brasil até mesmo na grade escolar de toda a nação existe a necessidade de se saber quais seus principais afluentes, tanto da margem esquerda quanto da direita. Todos os brasileiros sabem que o rio passa a se chamar Amazonas após o rio Negro se encontrar com o Solimões, mas quantas pessoas sabem o que acontece com suas águas antes e depois? Por que elas demoram tanto tempo para se misturarem? Ou mesmo, por que elas têm características tão diferentes? Os outros afluentes do Amazonas, eles se assemelham mais ao Negro ou ao Solimões? Mesmo para as pessoas que moram na região, é difícil responder a todas as questões.

Muitos estudos foram feitos sobre a floresta propriamente dita e muita atenção tem sido dada à questão da biodiversidade, mas o mesmo não é válido para as águas. Tratando-se de rios ricos em peixes, algumas vezes os pesquisadores registram os valores de acidez e verificam a quantidade de íons e de nitrogênio na forma de amônia, mas a característica física, físico-química e química da água envolve muito mais do que isso. Em algumas cidades da região Amazônica existem estudos de monitoramento dos igarapés e rios que drenam o município, mas poucos estudos foram feitos sobre a qualidade das águas dos grandes rios, aqueles que um dia teremos ou tivemos que aprender o nome.

Os primeiros dados referente à qualidade das águas dos rios amazônicos datam de século XIX, da época em que as expedições eram patrocinadas pelos governos europeus. Mais tarde, na metade do século XX, novos estudos foram realizados por Harold Sioli, um pesquisador alemão que

tornou mundialmente conhecidos os diferentes tipos de água dos rios da Amazônia. Outros estudos posteriormente foram realizados, merecendo destaque as campanhas dos projetos CAMREX (Carbon in the Amazon River Experiment) e HIBAM (Hidrologia da Bacia Amazônica) que envolveram equipe multidisciplinar e grande número de amostras ao longo da calha principal e principais afluentes do rio Solimões Amazonas. Quanto às características físicas, físico-química e química das águas, existem estudos realizados em alguns rios e subafluentes, no entanto, esses envolveram um único rio e/ou pequenas bacias. O estudo mais completo e de fácil acesso foi o de SANTOS e RIBEIRO (1986), que investigou 32 afluentes do Amazonas desde a cidade de Tabatinga/AM até Santarém/PA. Esse artigo serviu de referência para a maioria dos rios apresentados neste trabalho.

Antes de contextualizar sobre os aspectos físicos, físico-químicos e químicos das águas dos rios Amazonas, foram incluídos alguns comentários sobre a origem do grande rio, saber, por exemplo, como esse se formou; qual a relação que o homem "ribeirinho" tem com esse rio, considerando que sua vida é regida pelo "pulso" das enchentes, muitas vezes o rio torna-se sua única "estrada" e é ele que fornece sua principal alimentação.

Em seguida se contextualiza sobre a paisagem Amazônica, mostrando suas múltiplas faces, que são refletidas na tipologia das águas. Outro tópico é dedicado aos parâmetros de qualidade de água, neste são definidos os principais parâmetros físico, físico-químico, químico e biológico utilizados para determinação da qualidade da água, quais as unidades e metodologias utilizadas.

Quando se fala de Amazônia duas coisas vêm à mente de grande parte das pessoas: a floresta e a imensidão dos rios cujas águas não se misturam, famosos no mundo inteiro.

Considerando que este trabalho aborda os recursos hídricos na Amazônia foi incluído, no final da caracterização física e aspectos hidroquímicos de rios - afluentes do Amazonas, um tópico para descrever o fenômeno dos encontros das águas na Amazônia.

Devido à dimensão e complexidade da bacia Amazônica é muito difícil reunir tudo o que já foi feito ou que se sabe sobre os recursos hídricos na região, pois nem sempre os dados são publicados e muitas vezes foram reunidos em forma de relatórios e consultorias, cujo acesso muitas vezes é restrito. Neste trabalho foram compiladas informações sobre os principais afluentes diretos do Amazonas. Levando-se em conta a gigantesca área da bacia Amazônica (quase 4 milhões de quilômetros quadrados) evidentemente seria impossível reunir informações de todos os rios. No entanto, este trabalho poderá servir de base para estudos mais aprofundados, uma vez que foram incluídos representantes de todos os tipos de águas dos rios Amazônicos.

HIDROQUÍMICA DOS RIOS DA AMAZÔNIA

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo reunir informações sobre o maior rio do mundo, tanto no aspecto físico bem como nos aspectos físico-químicos e químicos de suas águas. A fim de facilitar a compreensão do texto, o trabalho foi dividido em vários temas. Em **"A origem do grande rio"** encontramos a história de como este rio se originou a partir de uma depressão decorrente de um afundamento brusco do terreno geológico, criando uma calha que passou, então, a drenar a área, formando assim o rio Amazonas. Em **"A nascente do rio Solimões-Amazonas"** encontramos informações do local exato onde o rio Amazonas nasce e seu real comprimento até ele desembocar no Oceano Atlântico. Em **"O homem e o rio na Amazônia: uma visão geográfica do rio"** encontra-se a relação do homem "ribeirinho" com o rio. Em **"A Paisagem amazônica e seus habitats"** são descritas as três principais estruturas geológicas da região Amazônica e como estas influenciam fundamentalmente na formação dos ambientes aquáticos e na produção biológica de todo o ecossistema amazônico. Em **"A Tipologia das águas Amazônicas"** é feita uma breve revisão sobre os primeiros relatos das águas na Amazônia, contendo

informações sobre as primeiras expedições realizadas nos séculos XV e XIX. Em seguida são descritos os sistemas de classificação das águas existentes na Amazônia feita por Sioli, Fittkau e Stallard e Edmond. Em **"Parâmetros de qualidade de águas"** são abordadas questões sobre a importância de se estudar a qualidade das águas e quais os principais parâmetros para avaliar a qualidade das águas. Em **"Caracterização física e aspectos hidroquímicos de rios - afluentes do Amazonas"** são reunidas informações dos seguintes rios: Napo, Javari, Içá, Jutaí, Japurá, Juruá, Tefé, Urucu, Coari, Purus, Madeira, Manacapuru, Negro, Preto da Eva, Urubu, Maués-Açu, Uatumã, Nhamundá, Trombetas, Tapajós, Curuá-Una, Paru, Jari e Xingu. Em **"O fenômeno dos encontros das águas na Amazônia"** são abordados vários "encontros das águas" que ocorrem na Amazônia e a explicação para tais fenômenos. Procuramos, assim, reunir neste trabalho o máximo possível de informações sobre os principais rios da maior bacia hidrográfica do mundo. Esperamos que esta iniciativa auxilie um grande número de pessoas, seja em trabalhos escolares, jornalísticos ou outros, e que ao ler todos possam conhecer melhor uma das maravilhas da natureza, que poderá valer mais do que minas de ouro ou barris de petróleo em poucas décadas: o Amazonas, o maior rio do mundo.

Palavras-chave: 1 - Rio Amazonas; 2 - Química das Águas; 3 - Ecossistemas Aquáticos.

A ORIGEM DO GRANDE RIO

O rio Amazonas não é, como muitos outros, um rio de falha, isto é, uma depressão originada por um afundamento brusco do terreno geológico de modo a criar uma calha que passa a drenar a área. Esse é o caso, por exemplo, do rio Paraná. O Amazonas, pelo contrário, é o que restou de um mar: um profundo golfo, encaixado entre dois grandes escudos cristalinos, isto é, duas plataformas formadas de rochas primitivas, graníticas, um ao norte (o chamado Escudo das Guianas) e outra ao sul (escudo do Brasil Central), sendo fechado do lado Atlântico pelo escudo africano que, nessa época, ainda não havia sido separado da América. De fato, as perfurações realizadas no solo de toda a Bacia revelam, abaixo dos depósitos sedimentares de origem fluvial, extensos sedimentos marinhos de enorme espessura. Esses sedimentos chegam até a superfície atual, nos locais mais elevados, em ambas as margens do rio, onde não puderam ser muito longamente inundados pelas águas fluviais. Isso se observa, curiosamente, nas porções do Amazonas situadas "abaixo" de Manaus (entre Manaus e o oceano) que, primitivamente, eram as partes mais "altas" do rio.

Alguns interessantes processos dinâmicos ocorridos na crosta terrestre modificaram esse panorama. Há mais de 100 milhões de anos, no Período Carbonífero, houve um levantamento do continente. Como conseqüência, o mar "afastou-se", na medida em que áreas muito baixas se elevaram a poucos metros acima da superfície oceânica, fenômeno dominado regressão marinha. O leito primitivo da

enorme depressão, elevando-se acima do nível do mar, deixou de constituir um golfo; porém, sendo mais baixo que o restante da superfície terrestre, passou a receber todas as águas de chuvas provenientes da drenagem parte do continente. Nessa condição, o antigo mar interior passou a constituir um verdadeiro e imenso rio correndo na direção do oceano Pacífico. Em seguida (há menos de 70 milhões de anos), o continente africano se separou do nosso, encurtando a distância, a leste, até o oceano Atlântico. Mas só bem tarde, há cerca de 12 milhões de anos, já no Terciário, a elevação da cordilheira dos Andes, uma imponente barreira no lugar onde existiam depressões e mares internos, bloqueou a saída do rio para o Pacífico, obrigando-o a fluir em direção contrária, para despejar no oceano Atlântico, como faz até hoje.

Todos esses episódios ocorreram de forma extremamente lenta, ao longo de muitos milhões de anos. Assim, em vários períodos como, por exemplo; após o "fechamento" pela cordilheira dos Andes e antes que o rio "transbordasse" para o Atlântico - houve a formação de enormes lagos, ocupando quase toda área da atual bacia hidrográfica. Durante esses longos períodos de águas paradas, imensas quantidades de materiais em suspensão e/ou de material transportado pelas chuvas ao escorrer pelas superfícies de solo, foram precipitadas acumulando-se no fundo dos lagos, vindo a constituir os terrenos sedimentares, com centenas de metros de espessura em alguns pontos (os sedimentos originados de água doce chegam a medir 300 metros de espessura e os de origem marinha, mais abaixo, até 3.000 metros). Com a abertura para o lado do Atlântico, formando a atual foz, as águas represadas se escoaram, as terras secaram e esse solo sedimentar passou progressivamente a ser povoado pela vegetação que, cada vez mais adaptada às condições locais, transformou-se na atual floresta amazônica. Percebemos, assim, que o conceito de "maior complexo fluvial" coincide com os de "maior bacia sedimentar"; na verdade se interligam, sendo devidos às mesmas causas primárias: uma coisa não poderia existir sem a outra.

A NASCENTE DO RIO SOLIMÕES/AMAZONAS

O Amazonas nasce no lago Lauri ou Lauricocha, nos Andes do Peru, a pouco mais de 10° de Latitute Sul. Corre primeiramente na direção geral sul-norte, como um rio de montanha, com forte gradiente e vertentes muito altas. A partir do Pongo de Manseriche, seu curso se inverte definitivamente para a direção oeste-leste, até a foz, no Atlântico. Corre, então, quase sempre, a menos de 5° de latitude meridional. Nesse trecho, correspondente à maior parte do curso, o Amazonas tem declive muito fraco e divaga seu leito numa várzea, limitada pelas escarpas de um baixo tabuleiro sedimentar. No Brasil, o rio Amazonas desce de 65m de altitude, em Benjamin Constant AM, ao oceano, após um percurso de mais de 3.000 Km. Tem, portanto, um gradiente médio de 20 mm/Km (AHIMOC, 2002).

Obs: O uso deste mapa, foi autorizado pela Editora Abril, extraído do Almanaque Abril/98, versão CD-ROM.

Figura-1. Mostra o rio Amazonas, extraído do Almanaque Abril/98, versão CD-ROM.

O curso médio do Amazonas vai do Pongo de Manseriche, no Peru, até a cidade brasileira de Óbidos, a cerca de 1.000 Km da foz, e onde já se fazem sentir os primeiros efeitos das marés. Os países diretamente banhados pelas águas do Amazonas são: Peru, Colômbia (num curto trecho) e Brasil; mas, compreendidos em sua bacia, estão, ainda: Bolívia, Equador, pequenos trechos da Venezuela e a Guiana (antiga Guiana Inglesa). No Peru, o rio tem os nomes de Tunguragua, na parte mais alta, e Marañon, até a foz do Ucayali; no Brasil, entre as bocas dos rios Javari e Negro, é conhecido pela denominação de Solimões. O rio Amazonas tem 5.825 Km de extensão. Repete-se com freqüência, que ele ocupa o terceiro lugar entre os rios mais longos do mundo, depois do Nilo (com 6.671 Km) e do Mississippi-Missouri

(6.019 Km); no entanto, este último só é mais extenso que o Amazonas se o seu principal formador for considerado o Missouri.

Recentemente, uma expedição tcheco-peruana de geólogos e geógrafos, descobriu que a origem do Rio Amazonas está situada no Mismi, uma montanha de 5.597 metros na região peruana de Arequipa. Percorre mais de 5.000 km até alcançar sua foz, recebendo em toda sua extensão mais de 1.000 afluentes, formando a maior bacia hidrográfica do mundo. O Amazonas além de ser o rio com maior volume de água, é também o mais comprido do mundo. O estudo acabou com uma discussão de mais de 60 anos, revelando que o Amazonas mede 7.025 quilômetros, em pelo menos 500 a mais que o Nilo, até então considerado o maior em comprimento (NATIONAL GEOGRAPHIC SOCIETY, 2000).

A bacia do Amazonas é a mais vasta do mundo; tem 5.846.100Km^2, sem contar 992.000 Km^2 da bacia do Tocantins, em geral erradamente adicionada à do Amazonas, embora não deságüe no mesmo, já que tem embocadura independente. A descarga do rio Amazonas é também, por larga margem, a mais volumosa. Em junho de 1963, o U.S. Geological Survey, associado à universidade do Brasil e à Marinha de Guerra deste País, mediu a vazão do Amazonas em Óbidos, encontrando um valor de 216.342 m^3, de água, por segundo.

Vale a pena notar que, mais abaixo do citado local, o Amazonas recebe ainda os afluentes, como os rios Tapajós, Xingu, Pará e Jari. Estima-se que o Amazonas lance ao oceano uma descarga equivalente a 11% de toda a massa de águas continentais. É verdade que, geralmente em julho, o rio Amazonas, em Óbidos, já ultrapassou o máximo das enchentes (alcançado em junho), porém está acima do nível médio das águas. O mínimo de vazante ocorre em outubro-

novembro. Entre um e outro, o nível das águas do Amazonas varia, em média, 10,55 m (AHIMOC, 2002).

No médio e baixo cursos, as águas do Amazonas correm com uma velocidade média de 2,5 Km por hora, que pode aumentar até 7 a 8 Km/hora, em Óbidos, onde o grande rio transpõe sua garganta mais estreita em território brasileiro, com cerca de 2.600 metros de largura. Nas águas baixas, sua colossal largura é disfarçada por numerosas ilhas, que dividem o "rio-mar" em vários braços, chamados, paranás. Somente durante os aguaceiros se perdem de vista as margens. Fora do estuário, o trecho mais largo do Amazonas, não interrompido por ilhas, fica a cerca de 20 Km para montante da boca do Xingu, onde tem 13 Km de largura. É claro que, durante as grandes cheias, o Amazonas, pode alcançar, em determinados trechos, 40 a 50 Km ou mais de largura.

Desde a embocadura até a cidade de Iquitos, numa distância de 3.700 Km, o rio Amazonas é regularmente navegado por navios de grande porte, sem qualquer perigo, visto que, as profundidades só se tornam inferiores a 20m nas vizinhanças da fronteira peruano-brasileira. Em Óbidos, a profundidade máxima de sua secção tem mais de 50 m.

O rio Amazonas recebe grande número de afluentes. Da margem direita, os mais importantes são: Huallaga, Ucayali (no Peru); Javari, Juruá, Purus, Madeira, Tapajós e Xingu (no Brasil). Pela margem esquerda: Pastaza, Napo (no Peru); Içá, Japurá, Negro, Trombetas, Paru e Jari (no Brasil). Em sua foz, o Amazonas se divide em dois braços: o braço norte é o mais largo e corresponde ao verdadeiro estuário; o braço sul é conhecido pelos nomes de rio Pará e baía de Marajó. Na realidade, esta é uma saída falsa, à qual o rio Amazonas se liga através de uma série de canais naturais (os furos de Breves), dos quais o mais importante é o furo de Tajapuru. As

principais ilhas formadas pelo Amazonas são: Marajó, Caviana, Mexiana e Grande de Gurupá. Fora da embocadura, a maior ilha é a de Tupinambarana, junto à confluência do Madeira.

A maravilhosa hidrografia amazônica apresenta fenômenos muito curiosos. No baixo curso, o mais famoso é a chamada pororoca, encontro violento das águas do rio com as do mar, sobretudo no mês do outubro, quando as águas estão baixas, e por ocasião das marés altas. O fenômeno é particularmente sensível nos lugares pouco profundos, onde a sucessão de ondas fortíssimas pode causar danos e naufrágios.

No Guamá e outros rios de planície que desembocam no estuário amazônico, verificam-se duas enchentes por dia, as marés de água doce, provocadas pela variação diurna do nível do mar. Outro fenômeno que se observa no Amazonas e grandes afluentes, em todo o seu percurso de planície, é o das terras caídas, resultante do desmoronamento das margens.

O HOMEM E O RIO NA AMAZÔNIA: UMA VISÃO GEOGRÁFICA DO RIO

A imagem do homem na Amazônia é comumente associada ao rio, havendo, nesse sentido, uma relação intersubjetiva entre o homem amazônico e o rio. As cidades, por exemplo, surgem em geral a partir de povoamentos que vão se estabelecendo às margens dos muitos rios, lagos, furos e paranás, existentes nessa rede de drenagem.

O homem da Amazônia, e o rio, acham-se irremediavelmente ligados, quase formando os dois uma só unidade. Para o homem do interior, o rio é a principal e inesgotável fonte de subsistência, e também, na maioria dos casos, o único caminho disponível entre as cidades e comunidades, uma vez que alguns desses lugares ficam a cada seis meses do ano quase que impossibilitados de comunicação, pois as águas, ao baixarem, representam grande dificuldade de locomoção. Entretanto, torna-se o rio o grande aliado do homem quando ele tem de se deslocar de um ponto a outro da imensa floresta. (FERREIRA et al. 2004).

Nesse contexto, é singular a forma com que o homem amazônico se relaciona com a natureza e, especialmente, com a dinâmica das águas, criando estratégias e saberes que o auxiliam no cotidiano do dia-a-dia face ao ambiente com o qual interage.

Não raro, encontramos também denominações como *Homens Anfíbios* FRAXE[3], ou, *Povo das Águas* PORRO[4], apud FERREIRA et al. (2004) para designar de forma genérica as populações amazônicas que convivem mais diretamente com o rio. Muitos autores escreveram sobre essa importância do rio para a região. Dentre eles, figura LEANDRO TOCANTINS (1968) com sua clássica obra "O rio comanda a vida", onde chama atenção para a grande quantidade de rios na região em que "a carta geográfica apresenta no espaço amazônico os tortuosos riscos azuis dos afluentes, confluentes e defluentes do Rio-Mar", e considera que "o primado social dos rios, trazendo a marca da geografia singular, revela-se nos múltiplos aspectos da vida amazônica".

Na Amazônia a presença do rio exerce, de alguma forma, influência na organização social. Como nos ensina NOGUEIRA (1997) ao destacar "a significativa importância do transporte fluvial, assim como uma gama de atividades ligadas à água, que demonstra um papel singular na mediação das relações sociais da região". Ou seja, existem outras Amazônias que precisamos buscar entender. Por isso, quando se fala em Amazônia, é preciso explicar de que Amazônia se está falando, já que existem Amazônias que estão, dentre outros lugares, na água dos rios (FERREIRA et al. 2004).

---

[3]FRAXE, T. J. P. Homens Anfíbios: etnografia de um campesinato das águas. Fortaleza: Anna Blume, 2000.

[4]PORRO, A. O. Povo das Águas, ensaio de etno-história amazônica. Rio de Janeiro: Vozes, 1995.

PAISAGEM AMAZÔNICA E SEUS HABITATS

A Região Hidrográfica Amazônica (Figura 2), a mais extensa rede hidrográfica do globo terrestre, está localizada entre 5° de latitude norte e 20° de latitude sul, se estende desde as nascentes nos Andes Peruanos até sua foz no oceano Atlântico, ocupando uma área total de 7.008.370 km^2, sendo 64,88% inserida no território brasileiro (FREITAS, 2003b). Ela também abrange a Colômbia (16,14%), Bolívia (15,61%), Equador (2,31%), Guiana (1,35%), Peru (0,60%) e Venezuela (0,11%). Na porção brasileira apresenta uma área da ordem de 3.843.402 km^2, compartilhada por sete estados, incluindo 100% dos territórios do Acre, Amazonas, Rondônia, Roraima e Amapá, 76,2% do Pará e 67,8% do Mato Grosso (ANA, 2003

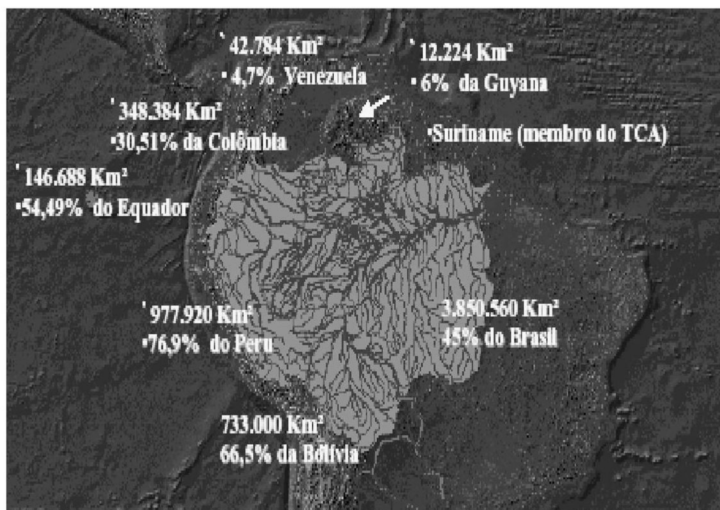


Figura-2. Mapa da Amazônia internacional (FREITAS, 2003b)

Esta bacia é caracterizada pelo rio Amazonas, seus tributários e os lagos de várzea que interagem com os rios. As flutuações no nível da água, são uma importante função de força que dirige o funcionamento ecológico do sistema. Durante o período de nível alto dos rios, todo o sistema sofre inundação. Os rios e a várzea do Amazonas constituem um complexo de canais, rios, lagos, ilhas, depressões, permanentemente modificadas pela sedimentação e transporte de sólidos em suspensão, influenciando também a sucessão da vegetação terrestre pela constante modificação, remoção e deposição de material nos solos.

A paisagem amazônica é moldada fundamentalmente por três estruturas geológicas: (A) a Cordilheira dos Andes, à Oeste; (B) os Escudos Cristalinos, da Guiana ao Norte e do Brasil ao Sul; (C) a Planície Sedimentar, na porção central (IBGE, 1977). Estas estruturas exercem um papel

fundamental na formação dos ambientes aquáticos e na produção biológica de todo seu ecossistema BARTHEM, R. B. e FABRÉ, N. N. (2003).

(A) OS ANDES

A Cordilheira dos Andes é a unidade geotectônica mais recente, com mais de 15 milhões de anos. Os Andes são divididos em Setentrional, Meridional e Central, e sua extensão cobre quase todo o lado Oeste do continente sul-americano, formando uma faixa de montanhas e vulcões que isola as bacias do leste e oeste e abriga as maiores elevações das Américas (REZENDE, 1972). Sua importância para os ecossistemas aquáticos e, conseqüentemente para a pesca, está relacionada com os nutrientes lixiviados de suas encostas pela forte chuva que chega a 8.000 mm/ano (DAY & DAVIES, 1986). O processo de erosão provocado pelas chuvas nos profundos vales da cordilheira é responsável pelo carregamento de sedimentos para o sistema hídrico, o que contribui de forma decisiva para o enriquecimento da planície sedimentar e do estuário (LANDIM et al. 1983). A quantidade de sedimentos lançados no Oceano Atlânticos situa-se em torno de $1{,}161 \times 10^6$ toneladas/ano ou 90 toneladas por km^2 de bacia, representando a terceira maior descarga de sedimentos dos rios do mundo, depois do rio Ganges e Brahmaputra (Índia e Bangladesh) e rio Amarelo (China) (MILLIMAN & MEADE, 1983; CARVALHO & CUNHA, 1998).

(B) OS ESCUDOS

Os escudos cristalinos das Guianas e do Brasil são formações modeladas desde o Pré-Cambriano, a mais de setecentos milhões de anos, a partir de Granito e Gnaisse, predominando altitudes acima de 200 m (SALATI et al. 1983; AYRES, 1995). Suas elevações mais acentuadas se encontram ao norte, nas serras Imeri-Tapirapecó, Parima, Pacaraima, Acarai e Tumucumaque, e as elevações ao sul são menos acentuadas, se destacando as serras Pacaás Novos, Parecis, Apiacá, Cachimbo, Seringa e Carajás (IBGE, 1977). Os rios que se originam nestas encostas são denominados de água clara por possuírem uma grande transparência, com visibilidade chegando a quase 5 m, como Tapajós, Xingu e Trombetas.

(C) A PLANÍCIE

A bacia sedimentar amazônica possui cerca de 2x106 km^2 e foi formada a partir da Era Cenozóica, com os sedimentos carreados dos Escudos Cristalinos e dos Andes que durante o Terciário e Quaternário se depositaram no vale Amazônico. A superfície é em grande parte plana, com uma declividade em torno de 20 mm/km. Mesmo as cidades que se encontram muito distantes da foz podem se situar em altitudes bem baixas, como Manaus, a 40 m de altitude e a 1287 km da foz, Tabatinga ou Letícia, a 65 m de altitude e a 2.920 km da foz, e Iquitos, a 107 m de altitude e a 3.400 km da foz. Esta declividade, associada à descarga de água e sedimentos, favorece a formação de uma paisagem de complexos sistemas de rios meândricos, que apresentam um processo dinâmico de construção e destruição de suas

margens (DUNNE et al. 1998). Os ambientes que aí se formam são ocupados por uma vegetação adaptada à alagação periódica e que fornece grande parte da energia que sustenta a cadeia trófica aquática (FORSBERG et al. 1993). Um dos complexos orgânicos mais importantes que caracterizam a química das águas amazônicas são os ácidos húmicos e fúlvicos que acidificam e escurecem a água. Os rios que apresentam grande concentração desses ácidos são denominados de rios de água preta e a origem dos mesmos está associada às áreas com vegetação baixa sobre solo arenoso, do tipo campina e campinarana (LEENHEER, 1980).

TIPOLOGIA DAS ÁGUAS AMAZÔNICAS

- SISTEMAS DE CLASSIFICAÇÃO DAS ÁGUAS NA AMAZÔNIA

Um dos primeiros estudos de caráter limnológico se deu através das expedições realizadas nos séculos XV e XIX. Merecem destaque, quanto ao caráter hidroquímico, as do português Pedro Teixeira, que percorreu o Amazonas de Belém (Brasil) a Quito (Peru) em 1637-1638, e a do austríaco Friederich Katzer, em 1897. Segundo relatos de Cristóvol de Acunã, da expedição de Pedro Teixeira surgiram informações pioneiras sobre a ecologia das águas amazônicas, sobretudo a vasta variedade de espécies de peixes e tartarugas, juntamente com dados hidrogeográficos dos quais surgiu o primeiro mapa do rio Amazonas e seus contribuidores, bem como as primeiras menções dos diferentes tipos de água (branca, clara e preta) e a ocorrência dos alagamentos periódicos que fertilizam as várzeas. Também foram descritas a largura, comprimento e profundidade máximos e médios do rio Amazonas, além da interação próxima entre os indígenas e os recursos da várzea. Friederich Katzer em 1897 realizou as primeiras análises dos constituintes inorgânicos das águas dos rios amazônicos (ESTEVES, 1988).

SIOLI[5], apud MARTINELLI (1986), os rios de uma maneira geral, não podem ser considerados "microscomos" como os lagos o são. Nestes corpos há predominância dos processos que circulam a matéria, tornando estes lagos relativamente independentes das contribuições exteriores. Muito pelo contrário, rios são considerados como "integradores" finais dos processos que ocorrem em suas bacias de drenagem (RICHEY et al. 1982). SIOLI (1984) considera que as propriedades físicas e químicas das águas são reflexos da composição geológica, climática e cobertura vegetal da bacia de drenagem.

Para a bacia Amazônica, STALLARD & EDMOND (1983) observaram que o substrato litológico e o regime de erosão das respectivas bacias de drenagem controlam a composição química das águas superficiais. Dentro desta idéia, GIBBS (1965) mostrou que aproximadamente 18% da área total da bacia fornecem a quantidade total de sais dissolvidos e sólidos em suspensão para toda a bacia Amazônica. Desta forma, os sistemas de classificação das águas superficiais da Amazônia tentaram relacionar a ocorrência de água com diferentes características químicas e físicas com o substrato geológico (SIOLI, 1975a; FITTKAU, 1975; STALLARD & EDMOND, 1983; FURCH, 1984).

A primeira classificação das águas superficiais da Amazônia foi feita por SIOLI[6], apud SIOLI (1975 a, 1975 b). Esta classificação baseia-se nas características ópticas, associadas às características químicas dos rios e sua área predominante de ocorrência (Tabela 1 e Figura 3).

Rios de "**águas-brancas**" são rios de águas turvas, coloração em várias matizes de ocre, ricos em material

---

[5] SIOLI, H. Das Wasser im Amazonasgebiet. Forschungen und Fortscritte. v. 21. n. 22, p. 274 - 280, 1950.

[6] SIOLI, H. Das Wasser im Amazonasgebiet. Forschungen und Fortscritte. v. 21, n. 22, p. 274 - 280p, 1950.

particulado em suspensão, com relativamente alta quantidade de eletrólitos, pH variando de 6,2 a 7,2, tendo sua origem principalmente nas montanhas Andinas. Predominantemente são os grandes rios de origem Andina e Sub-Andina. Os exemplos mais notáveis desses rios são o SolimõesAmazonas,

Purus, Juruá e o Madeira. No entanto, alguns igarapés (pequenos rios) que drenam áreas Carboníferas durante a estação chuvosa, podem apresentar este tipo de água (SIOLI, 1984).

Rios de "**águas-claras**" são rios de águas transparentes em várias matizes de verde, devida em parte às algas do tipo *Cyanophyta,* tendo sua origem em terrenos pré-cambrianos; drenam rochas cristalinas dos escudos das Guianas e do Brasil Central. São caracterizados por uma litologia heterogênea, com pouca quantidade de material em suspensão, composição química e pH variável em função do substrato geológico (4,5 a > 7,0), sendo, contudo, mais pobres que os rios de água branca. Esta categoria é representada pelos rios Tapajós, Trombetas, Xingu e o rio Curuá Uma. Além destes grandes rios, pequenos rios (igarapés) podem apresentar este tipo de água, predominantemente nas florestas de terra firme e nos campos.

Tabela 1. Classificação dos rios da Amazônia de acordo com os diferentes sistemas sugeridos por diferentes autores.

RIOS	SIOLI	FITTKAU	STALLARD & EDMOND(μeq/L)
Solimões em Vargem Grande	Água Branca	Periférica Oeste	450 - 3000
Içá	Água Branca	Periférica Oeste/Central	< 200
Jutaí	Água Preta	Periférica Oeste	< 200
Juruá	Água Branca	Periférica Oeste	450 - 3000
Japurá	Água Branca	Periférica Oeste	450 - 3000
Purus	Água Branca	Periférica Oeste	450 - 3000
Negro	Água Preta	Periférica Norte/Central	< 200
Madeira em Porto Velho	Água Branca	Periférica Oeste	450 - 3000
Madeira na foz	Água Branca	Periférica Oeste	200 - 450
Amazonas em Óbidos	Água Branca	Periférica Oeste	450 - 3000
Tapajós	Água Clara	Periférica Sul	< 200
Xingu	Água Clara	Periférica Sul	200 - 450
Amazonas na foz	Água Clara	Periférica Oeste	200 - 450

Fonte: VICTÓRIA, R. L; MARTINELI, L. A; CUNHA, H. B; RICHEY, J.E. The Amazon basin and its natural cycles. In: Amazônia: Um ecossistema em transformação. Ed. ENÉAS SALATI, MARIA LUCIA ABSY e REYNALDO LUIZ VICTÓRIA, Manaus, 2000.

Figura 3. Águas brancas, claras e pretas, na Amazônia, Fonte: GOULDING, BARTHEM e FERREIRA, 2003 apud. MASSON, 2005.

Rios de "**águas-pretas**" são rios de cor marron-oliva ("coca-cola") até marron-café devido a substâncias húmicas e fúlvicas dissolvidas. São bastante ácidas (pH 3,8 a 4,9) e bastante empobrecidos em eletrólitos. O exemplo mais marcante é o rio Negro. Sua origem geológica está relacionada a sedimentos Terciários e Pleistoceno (KLINGE, 1967); basicamente a maioria dos igarapés que drenam a terra-firma da Amazônia são de águas pretas.

Esta classificação, ainda que amplamente difundida, apresentam alguns inconvenientes. A não uniformidade no pH e variação química das águas claras revelam que estas águas são homogêneas quanto à cor. Exemplificando, na zona de formação Barreiras (Terciário) o pH das águas claras está em torno de 4,5, enquanto em águas claras que drenam regiões de ocorrência carbonífera o pH sobre para 7,0. Em adição, a mistura de águas de diferente tipos, em rios de ordem superior torna difícil a classificação deste rio num tipo distinto. Esta tarefa torna-se ainda mais difícil quando os rios mudam a coloração de suas águas em resposta à estação seca e chuvosa, como o rio Branco, por exemplo, que é um dos principais afluentes do rio Negro. Este fato ocorre principalmente em locais onde não existe uma cobertura vegetal, acentuando a erodibilidade dos solos. Obviamente estas mudanças são muito mais visíveis em igarapés do que em rios maiores, portanto, apesar destes inconvenientes a classificação de SIOLI é amplamente utilizada, principalmente na classificação dos grandes rios (SIOLI, 1984; FURCH, 1984).

FITTKAU[7], apud FITTKAU et al. (1975), propõe a divisão da bacia Amazônica em três regiões geoquimicamente distintas, onde dentro de cada região as características ecológicas apresentam-se relativamente uniformes. As águas superficiais

[7] FITTKAU, E. J. Ökologische Gliederung des Amazon gebietes auf geochemisches Grundlage. Forsch Geol, Palaöntol., Münster, v. 20, p. 35-50, 1971.

que drenam cada região são indicadores geoquímicos dos processos que ocorrem nestas áreas, obtendo, portanto, relativa homogeneidade, uma vez que estas regiões foram agrupadas de acordo com características geológicas uniformes (SIOLI, 1984; STALLARD & EDMOND, 1983).

Os **escudos cristalinos periféricos do norte** (da Guiana) e **ao sul** (Brasileiro), constituem-se numa unidade ecológica, que é caracterizada por ter uma litologia mais heterogênea que a bacia sedimentar Terciária (formação Barreiras). Como conseqüência, a disponibilidade de nutrientes é variável. A maioria dos rios que drenam estas áreas são rios de águas-claras, porém, como anteriormente ressaltado, de acordo com as condições climáticas podem mudar sua coloração (FITTKAU, 1975; SIOLI, 1984).

A **segunda unidade** é a **Amazônia Central**, que tem sua origem geológica relacionada a sedimentos flúvio-lacustres do Terciário e Pleistoceno (produto do imtemperismo dos escudos cristalinos ao norte e sul) com a formação de solos extremamente pobres (PUTZER, 1984). Consequentemente, os rios que drenam esta região apresentam uma concentração muito baixa de eletrólitos. Geralmente são igarapés de água preta, rico em substâncias húmicas.

A **região Andina**, **pré-Andina** e as **várzeas Holocênicas**, que se estendem até a Ilha de Marajó, são consideradas como **terceira unidade** (FITTKAU, 1975). Portanto, esta unidade é totalmente formada por sedimentos Andinos, que são erodidos e transportados para a região sub-Andina e daí para as várzeas da Amazônia (GIBBS, 1967). Consequentemente os rios que drenam esta região são relativamente ricos em sólido em suspensão e em eletrólitos, sendo classificados como rios de água-branca. Esta região engloba o rio Amazonas e seus principais tributários, exceto os rios Negro, Tapajós e Xingu (FITTKAU, 1975).

STALLARD & EDMOND (1983) classificaram as águas da bacia amazônica de acordo com a carga total de cátions (TZ^+)[8] e, segundo estes autores, o substrato litológico e o regime de erosão controlam a composição química das águas superficiais. Sua classificação está também relacionada a Geologia: (1) **Rios com TZ^+ entre 0 e 200 µeq/L**[9], que drenam terrenos bastante intemperizados (sedimentos Terciários da bacia central, solos da bacia do rio Negro e regiões similares intemperizados); a forma predominante de erosão é "limitada pelo transporte", ou seja, os produtos de intemperismo são empobrecidos em relação ao substrato litológico original. Estes rios mostram altos níveis de Fe, Al e H, sendo enriquecidos em Si e a outras espécies. (2) **Rios com TZ^+ entre 200 e 450 µeq/L**, drenando terrenos silícicos consequentemente são rios ricos em sílica em relação a outros cátions. Segundo STALLARD & EDMOND (1983) o controle geológico destes rios é exercido principalmente pela intemperização de silicatos. (3) **Rios com TZ^+ entre 440 e 3.000 µeq/L**, drenam basicamente sedimentos marinhos e ricos em cátions, presentes principalmente nos Andes Peruanos e Bolivianos. As concentrações de Ca, Mg e a alcalinidade são relativamente altas. (4) **Rios com TZ^+ > 3.000 µeq/L**, drenam evaporitos, sendo ricos em Na e Cl. Rios dos grupos (3) e (4) são controlados geologicamente pela intemperização de carbonatos e evaporitos dos Andes (Tabela 1). Segundo esta classificação, no primeiro grupo (TZ^+ entre 0 e 200 µeq/L) enquadram-se os rios das bacias dos rios Negro, Tapajós e Trombetas, que são formados no escudo cristalino Brasileiro. O rio Negro, na classificação de Sioli, é considerado o mais famoso exemplo de águas-pretas; rio Branco e Içá são considerados de águas-brancas e os rios Tapajós e Trombetas, rios de águas-claras. Por

[8] Tz+ = carga total dos cátions (Ca^{+2} + Mg^{+2} + Na^+ + K^+)

[9] µeq/L = microequivalente por litro

outro lado, segundo divisão ecológica de FITTKAU, o rio Negro, antes de sua junção com o rio Branco, faz parte da região Periférica Norte (escudo cristalino). Após a confluência com o rio branco, ambos passam a integrar a região Amazônica Central (formação Barreiras). O rio Içá faz parte da região Periférica Oeste (Andes e Várzeas Holocênicas) e os rios Trombetas e Tapajós originam-se na região Periférica Sul (escudo cristalino). Ainda fazem parte deste grupo os rios Jutaí, Tefé e Coari, considerados rios de águas-pretas e pertencentes à região Amazônica Central, segundo a classificação de FITTKAU.

Ao segundo grupo ($200 < TZ^+ < 450$ µeq/L) pertencem os rios Madeira, próximo a sua foz, Napo, Branco, Trombetas e Purus. Os rios Madeira e Napo têm suas cabeceiras nas regiões sub-Andinas e Andina, respectivamente, o rio Branco e Trombetas nos escudos cristalinos, Norte e Sul, respectivamente e o rio Purus tem também origem sub-Andina, drenando uma extensa área de sedimentos marinhos. Os rios Branco, Madeira e Purus são rios de águas-brancas. O primeiro origina-se na região Periférica Norte e os dois últimos na região Periférica Oeste.

No grupo 3 ($450 < TZ^+ < 300$ µeq/L), enquadram-se os rios Solimões, Amazonas, Marañon e a maioria dos rios que compõem a sua bacia: rios Madeira, Napo, Japurá e Juruá. Todos têm formação Andina ou sub-Andina e, portanto, pertencem à região Periférica Oeste e são considerados rios de águas-brancas.

Ao quarto grupo ($TZ^+ > 3.000$ µeq/L) enquadram-se somente rios da bacia de drenagem do Ucayali, que são rios que drenam evaporitos Andinos, fazendo parte da região Periférica Oeste e provavelmente devam ser considerados rios de águas-brancas.

Como se pode notar, na classificação de STALLARD & EDMOND, alguns rios, conforme o local e o período em que foram

amostrados, podem fazer parte simultamentamente de dois grupos. Como exemplo, o rio Madeira na cidade de Porto Velho, tem um TZ^+ de 620 µeq/L, enquanto próximo à sua foz, após ter recebido a entrada de vários tributários com baixa concentração de eletrólitos, a concentração cai para um valor médio entre duas amostras de 415 µeq/L, ou seja, devido a uma variação espacial, o rio Madeira pertence simultaneamente a dois grupos. Os rios Napo e Trombetas, por outro lado, apresentam a mesma característica, todavia, a razão para tanto é a diferença em concentração de eletrólitos que estes rios apresentam pelas amostras terem sido coletadas em épocas diferentes, assim em 08.07.76 o rio Napo teve um TZ^+ de 400 µeq/L e em 20.05.77 de 493 µeq/L, enquanto, o rio Trombetas em 14.06.76 apresentou um TZ^+ de 281 µeq/L e em 03.06.77 o TZ^+ foi de 90 µeq/L (Tabela 1).

Os três sistemas de classificação das águas superficiais da Amazônia se baseiam na premissa que o substrato geológico exerce o maior controle sobre a composição química das águas superficiais. Como visto, devido à complexidade da área, os três sistemas apresentam algumas imperfeições. No entanto, permitem o conhecimento de uma série de propriedades dos rios, quando classificados por um dos três sistemas.

FURCH (1984) selecionou 9 (nove) corpos hídricos, 5 (cinco) dos quais representativos da área Periférica Oeste, segundo a classificação de FITTKAU, 2 (dois) representando a área Periférica Norte e os 2 (dois) restantes representando a Amazônia Central. Pela análise da composição química destas águas, a autora classificou estas águas sob o prisma estritamente químico, comparando-as, por fim, à composição média das águas mundiais e relacionando sua carga de eletrólitos com as províncias qeoquímicas estabelecidas por FITTKAU (1971).

Sem levar em conta as variações temporais na composição química das águas, a autora chegou a conclusão de que as águas associadas à província Periférica Oeste (rio

Solimões e lagos de várzeas) são mais ricas em eletrólitos. Nestas águas há predominância de Ca e HCO_3, permitindo a classificação das mesmas como águas carbonatadas, o tipo mais encontrado no mundo. As águas que drenam a região Periférica Norte (rio Negro e rio Tarumã-Mirim, em Manaus) têm uma concentração bem menor de eletrólitos 15% da concentração encontrada na região Periférica Oeste); são relativamente ácidas (pH 5,1), havendo dominância de metais alcalinos (Na e K) e escassez de mais alcalinos terrosos (Ca. Mg e carbonatos); sua composição é constituída de elementos traços (24%), principalmente Fe e Al. Águas com pH ácido, em torno de 4,5; extremamente pobre em eletrólito, com predominância bastante acentuada de metais alcalinos (57%), elementos traços (32%) e somente 11% de Ca e Mg (alcalinos terrosos) caracterizam os pequenos igarapés que escoam das florestas de terra-firme da Amazônia Central.

Em comparação à concentração média mundial para águas doces, as águas representantes da região Periférica Oeste apresentam a mesma proporção de elementos, com dominância de Ca e HCO_3. No entanto, o conteúdo iônico é bastante menor, somente 33% da concentração média mundial. As águas que drenam a província Periférica Norte são mais pobres que a primeira, tem somente 5% da quantidade de eletrólitos em relação à média mundial; o mesmo ocorre com as águas da Amazônia Central. Concluindo, a autora afirma que a divisão geoquímica proposta por FITTKAU (1971) é refletida na composição química das águas que drenam diferentes províncias. No entanto, dentro da uniformidade espacial de cada província geoquímica, existem diferenças locais na composição química das águas e a distribuição proporcional dos elementos nos corpos hídricos pode ser bastante útil para o entendimento deste fenômeno geoquímico geral da Amazônia (VICTÓRIA et al. 2000).

PARÂMETROS DE QUALIDADE DE ÁGUAS

- QUAL A IMPORTÂNCIA DE SE ESTUDAR A QUALIDADE DAS ÁGUAS

Estudar a composição iônica da água de um rio - ou seja, quais íons estão presentes e em que quantidade - pode nos dar uma indicação importante da presença de nutrientes na água. Muitos nutrientes estão na forma de íons, como por exemplo, o fósforo, que pode estar presente na forma dos íons ortofosfato ou fosfato. Os nutrientes são essenciais para os seres vivos, formando compostos químicos ou participando de reações químicas dentro do corpo dos organismos. Porém, quando em grande quantidade na água, podem ser prejudiciais para o ambiente, uma vez que criam condições para o aumento da produtividade do local, "facilitando" o processo fotossintético realizado pelas algas, por exemplo. Dependendo da quantidade destes nutrientes presentes na água, ela pode ser classificada como: oligotrófica (água limpa, poucos nutrientes), mesotrófica (possíveis implicações sobre a qualidade, mas em níveis aceitáveis), eutrófica (muitos nutrientes, ocorrem alterações indesejáveis) e hipereutrófica (elevadas concentrações de nutrientes, podendo estar associada até a mortandade de peixes). O despejo de esgotos

domésticos pode criar um excesso de nutrientes e íons na água. Quando isto ocorre, por exemplo, podem aparecer diferentes formas de vida aquática que não estariam presentes ali em condições normais, criando um desequilíbrio no ambiente. Em muitos casos, esses organismos dificultam a existência dos que estavam ali anteriormente, disputando os mesmos recursos como alimento e oxigênio, podendo causar até seu desaparecimento daquela área (ESTEVES, 1988).

- COMO RECONHECER SE É BOA A QUALIDADE DA ÁGUA DE UM RIO

Um rio é um elemento da natureza, denominado recurso natural, que possui várias características próprias que devem ser respeitadas. Os rios nascem do brotamento de nascentes, saídas ao nível do solo, ou de depósitos subterrâneos de regiões mais altas. As várias nascentes vão se reunindo e formam um pequeno igarapé (filete de água), que depois se une a outros, correndo pelo solo em direção aos terrenos mais baixos. Esse solo percorrido pelo rio é, geralmente, coberto de vegetação e há uma constante inter-relação entre o solo e a água. O solo fornece a água os sais e, ao mesmo tempo, o rio fornece água às plantas, que por suas raízes fixam o solo, impedindo a erosão e o desbarrancamento.

Em condições naturais a água do rio é límpida, não tem cheiro nem sabor, não possui partículas em suspensão, sua cor é ligeiramente amarelada, por causa do húmus e produtos em decomposição das folhagens no solo, se não receber esgotos e outros resíduos contém bastante oxigênio. Possui alimentos, frutos e folhas, além das próprias algas que se desenvolvem na água e uma grande quantidade de minúsculos animais, vermes, crustáceos, larvas de insetos

que também servem de alimento aos peixes. De forma genérica, a poluição das águas decorre da adição de substâncias ou de formas de energia que, direta ou indiretamente, alterem as características físicas e químicas do corpo d'água, de uma maneira tal que prejudique a utilização das suas águas para usos benéficos. Torna-se importante ressaltar a existência de duas formas distintas, pelas quais as águas poluídas atingem um determinado corpo receptor (rio, baía, lago, lagoa, laguna, reservatório, aqüífero subterrâneo e o mar):

A primeira, denominada **fonte ou poluição pontual**, refere-se, como o próprio nome esclarece, à poluição decorrente de ações modificadoras localizadas. É o caso, por exemplo, da desembocadura de um rio, de efluentes de uma estação de tratamento de esgotos domésticos ou industriais, ou mesmo a saída de um tronco coletor de esgotos domésticos sem tratamento, ou, ainda, a saída, no mar, de um emissário submarino.

A segunda, **poluição difusa** se dá pela ação das águas da chuva ao lavarem e transportarem a poluição nas suas diversas formas espalhadas sobre a superfície do terreno (urbano ou não) para os corpos receptores. A poluição difusa alcança os rios, lagoas, baías, etc., distribuída ao longo das margens, não se concentrando em um único local, como é o caso da poluição pontual.

O grau de poluição das águas é medido através de características físicas, químicas e biológicas das impurezas existentes, que, por sua vez, são identificadas por parâmetros de qualidade das águas.

- PRINCIPAIS PARÂMETROS DE QUALIDADE DAS ÁGUAS

Os principais parâmetros físicos de qualidade das águas são: cor, turbidez, sabor, odor e temperatura. Os químicos, pH (acidez e alcalinidade), dureza, metais (ferro e manganês), cloretos, nitrogênio (nutriente), fósforo (nutriente), oxigênio dissolvido, matéria orgânica, micropoluentes orgânicos e micropoluentes inorgânicos como os metais pesados (zinco, cromo, cádmio, etc). Finalmente, os parâmetros biológicos são analisados sob o ponto de vista de organismos indicadores, como algas e bactérias (Tabela 2).

COR

A cor de uma amostra de água está associada ao grau de redução de intensidade que a luz sofre ao atravessá-la (e esta redução dá-se por absorção de parte da radiação eletromagnética), devido à presença de sólidos dissolvidos, principalmente material em estado coloidal orgânico e inorgânico. Dentre os colóides orgânicos pode-se mencionar os ácidos húmico e fúlvico, substâncias naturais resultantes da decomposição parcial de compostos orgânicos presentes em folhas, dentre outros substratos. Também os esgotos sanitários se caracterizam por apresentarem predominantemente matéria em estado coloidal, além de diversos efluentes industriais contendo taninos (efluentes de curtumes, por exemplo).

Tabela 2. Variáveis físicas, físico-químicas, químicas e biológicas com as respectivas unidades e método de analise (APHA, 1985), sendo: NMP - número máximo permitido; mg/L- miligrama por litro; Unidade Hazen (mg Pt-Co/L - miligrama de platina-cobalto por litro); Unidade de Turbidez.- UT.

Variáveis	Unidade	Método
Físicas		
Cor	mg Pt - Co/L	espectrofotométrico
Turbidez	UT	espectrofotométrico
Sólidos Totais Dissolvidos	mg/L	evaporação
Físico-químicas		
Condutividade elétrica	μS20/cm	potenciométrico
Temperatura	oC	termômetro
pH	und	potenciométrico
Químicas		
Oxigênio	mg/L	potenciométrico
Demanda Química de Oxigênio	mg/L	oxidação com KMnO4
Demanda Bioquímica de Oxigênio	mg/L	winkler modificado
Alcalinidade	mg/L	potenciométrico, cálculo
Cálcio	mg/L	titulação, cálculo
Magnésio	mg/L	titulação, cálculo
Sódio	mg/L	fotômetria
Potássio	mg/L	fotômetria
Sulfatos	mg/L	espectrofotométrico
Cloretos	mg/L	titulação, cálculo
Ferro dissolvido	mg/L	espectrofotométrico
Manganês	mg/L	Absorção Atômica
Fósforo Total	mg/L	espectrofotométrico, digestão
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	espectrofotométrico
Nitrogênio Kjeldahl	mg/L	espectrofotométrico, digestão
Nitrato	mg/L	espectrofotométrico
Silicatos	mg/L	espectrofotométrico
Alumínio	mg/L	Absorção Atômica
Biológicas		
Coliformes totais	NMP/100 ml	tubos múltiplos
Coliformes fecais	NMP/100 ml	tubos múltiplos

TURBIDEZ

É a medida da dificuldade de um feixe de luz para atravessar certa quantidade de água. A turbidez é causada por matérias sólidas em suspensão (silte, argila, colóides, matéria

orgânica, etc.); ela é medida através do turbidímetro, comparando-se o espalhamento de um feixe de luz ao passar pela amostra com o espalhamento de um feixe de igual intensidade ao passar por uma suspensão padrão. Quanto maior o espalhamento maior será a turbidez.

ODOR E SABOR

São duas sensações que se manifestam conjuntamente, o que faz difícil sua separação. O odor e o sabor de uma água dependem dos sais e gases dissolvidos. Como o paladar humano tem sensibilidade distinta para os diversos sais, poucos miligramas por litro de alguns sais (ferro e cobre, por exemplo) são detectáveis, enquanto que várias centenas de miligramas de cloreto e sódio não são apercebidas. Normalmente a água não possui cheiro. Em regiões pantanosas pode apresentar leve cheiro de barro. Já a poluição causada por esgotos e outras matérias em decomposição produz forte "odor de ovo podre" (gás sulfídrico), ou "cebola estragada" (mercapitanas), ambos compostos a base de enxofre. Algumas fontes termais também podem exalar cheiro de ovo podre devido ao seu conteúdo de H_2S (gás sulfídrico).

TEMPERATURA

É uma característica física das águas, sendo uma medida de intensidade de calor ou energia térmica em trânsito, pois indica o grau de agitação das moléculas. A temperatura certamente é um dos fatores físicos de maior importância, pois além de servir ao cálculo na determinação

de algumas variáveis, como pressão atmosférica, umidade relativa do ar, etc., interfere também constantemente no cálculo da alcalinidade, da salinidade, do pH, dos valores de saturação de oxigênio dissolvido na toxidade de elementos ou substâncias. Para as medidas de temperatura podem-se utilizar termômetros simples de mercúrio ou aparelhos mais sofisticados, como o "Termistor", que pode registrar diretamente a temperatura das várias profundidades na coluna d'água.

SÓLIDOS TOTAIS DISSOLVIDOS

Os sais dissolvidos e ionizados presentes na água transformam-na num eletrólito capaz de conduzir a corrente elétrica. Como há uma relação de proporcionalidade entre o teor de sais dissolvidos e a condutividade elétrica, podemos estimar o teor de sais pela medida de condutividade de uma água. STD é a soma dos teores de todos os constituintes minerais presentes na água.

PH

O termo pH (potencial hidrogeniônico) é usado universalmente para expressar o grau de acidez ou basicidade de uma solução, ou seja, é o modo de expressar a concentração de íons de hidrogênio nessa solução. A escala de pH é constituída de uma série de números variando de 0 a 14, os quais denotam vários graus de acidez ou alcalinidade. Valores abaixo de 7 e próximos de zero indicam aumento de acidez, enquanto valores acima de 7 e próximo a 14 indicam aumento da basicidade. A substância com pH 7 é dita neutra.

ALCALINIDADE

É a medida total de substâncias presentes numa água capazes de neutralizarem ácidos. Em outras palavras, é a capacidade que um sistema aquoso tem de neutralizar (tamponar) ácidos a ele adicionados. Esta capacidade depende de alguns compostos, principalmente bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos. A alcalinidade é determinada através da titulação. A alcalinidade total de uma água é expressa em mg/L[10] de $CaCO_3$ (calcita = $CaCO_3$).

CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

É a capacidade que a água possui de conduzir corrente elétrica. Este parâmetro está relacionado com a presença de íons dissolvidos na água, que são partículas carregadas eletricamente. Quanto maior for a quantidade de íons dissolvidos, maior será a condutividade elétrica da água. A condutividade elétrica da água pode variar de acordo com a temperatura e a concentração total de substâncias ionizadas dissolvidas. Em águas cujos valores de pH se localizam nas faixas extremas (pH > 9 ou pH < 5), os valores de condutividade são devidos apenas às altas concentrações de poucos íons em solução, dentre os quais os mais freqüentes são o H^+ e o OH^-. A determinação da condutividade pode ser feita através do método eletrométrico, utilizando-se para isso um condutivímetro digital, e é expressa em $\mu S_{20}/cm$.

[10] mg/L - miligrama por litro

OXIGÊNIO DISSOLVIDO

Oxigênio Dissolvido - OD é indispensável à vida, aos animais e à maior parte dos microorganismos que vivem da água. Ao contrário do ar, a água possui menos oxigênio, porque o gás não é muito solúvel. Um rio considerado limpo, em condições normais, apresenta normalmente, de 3,5 a 8 miligramas de oxigênio dissolvido por litro. Essa quantidade pode variar em função da temperatura e pressão. Aumenta em temperaturas mais baixas, ou quando a pressão é mais alta e vice versa. Em águas paradas ou lentas a oxigenação também é lenta.

DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO

Demanda Química de Oxigênio - DQO é um parâmetro que analisa a quantidade de oxigênio dissolvido na água que seria necessária para oxidar a matéria orgânica ali presente. Matéria orgânica é todo aquele material proveniente dos seres vivos. Por exemplo, folhas de árvores, fezes, cadáveres de animais, restos de comidas, madeira, entre outras coisas. Quanto maior for a quantidade de matéria orgânica na água, maior será a quantidade de oxigênio necessária para oxidá-la. DQO - Mede a quantidade de oxigênio consumido pela matéria orgânica e aponta a presença de esgotos.

DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO

A Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO de uma amostra de água é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana

aeróbia para uma forma inorgânica estável. A DBO é normalmente considerada como a quantidade de oxigênio consumido durante um determinado período de tempo, numa temperatura de incubação específica. Um período de tempo de 5 dias numa temperatura de incubação de 20°C é freqüentemente usado e referido como DBO5,20. Os maiores acréscimos em termos de DBO, num corpo d'água, são provocados por despejos de origem predominantemente orgânica. A presença de um alto teor de matéria orgânica pode induzir à completa extinção do oxigênio na água, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática. Um elevado valor da DBO pode indicar um incremento da micro-flora presente e interferir no equilíbrio da vida aquática, além de produzir sabores e odores desagradáveis e ainda, pode obstruir os filtros de areia utilizadas nas estações de tratamento de água. Pelo fato da DBO somente medir a quantidade de oxigênio consumido num teste padronizado, não indica a presença de matéria não biodegradável, nem leva em consideração o efeito tóxico ou inibidor de materiais sobre a atividade microbiana.

CÁLCIO

As principais fontes de cálcio (Ca^{+2}) são os plagioclásios cálcicos, calcita, dolomita, apatita, entre outros. O carbonato de cálcio é muito pouco solúvel em água pura. O cálcio ocorre nas águas na forma de bicarbonato e sua solubilidade está em função da quantidade de gás Carbônico dissolvido. A quantidade de CO_2 dissolvida depende da temperatura e da pressão, que são, portanto, fatores que vão determinar a solubilidade do bicarbonato de cálcio.

MAGNÉSIO

O magnésio (Mg^{+2}) é um elemento cujo comportamento geoquímico é muito parecido com o do cálcio e, em linhas gerais, acompanha este elemento. Diferentemente do cálcio, contudo, forma sais mais solúveis. Os minerais mais comuns fornecedores de magnésio para as águas subterrâneas são: biotita, anfibólios e piroxênios. Estes minerais são mais estáveis diante do intemperismo químico, do que os minerais fornecedores de cálcio, por isso seu teor nas águas subterrâneas é significativamente menor do que aquele. Em região de rochas carbonáticas, o mineral dolomita é um importante fornecedor de Mg. Nas águas subterrâneas ocorre com teores entre 1 e 40 mg/L. O magnésio, depois do cálcio, é o principal responsável pela dureza das águas.

SÓDIO

O sódio (Na^{+}) é um elemento químico quase sempre presente nas águas. Seus principais minerais fonte (feldspatos plagioclásios) são pouco resistentes aos processos intempéricos, principalmente os químicos. Os sais formados nestes processos são muito solúveis. Nas águas subterrâneas o teor de sódio varia entre 0,1 e 100 mg/L, sendo que há um enriquecimento gradativo deste metal a partir das zonas de recarga. A quantidade de sódio presente na água é um elemento limitante de seu uso na agricultura.

POTÁSSIO

O potássio (K^+) é um elemento químico abundante na crosta terrestre, mas ocorre em pequena quantidade nas águas subterrâneas, pois é facilmente fixado pelas argilas e intensivamente consumido pelos vegetais. Seus principais minerais fontes são: feldspato potássico, mica moscovita e biotita, pouco resistentes aos intemperismo físico e químico. Nas águas subterrâneas seu teor médio é inferior a 10mg/L, sendo mais freqüente valores entre 1,0 e 5,0 mg/L.

SULFATO

O Sulfato (SO_4^-) é um ânion muito comum na natureza, ele pode estar presente em águas naturais em concentrações muito variáveis. Na água potável sua presença geralmente ocorre devido à adição de algicidas, que geralmente são sulfatos. Sua presença não é desejável em águas de resfriamento, uma vez que podem ocorrer depósitos sobre superfícies metálicas de menor potencial induzindo assim, à severas corrosões por Pitting. Os Sulfatos devem ser controlados em águas para produção de concreto, cortumes e etc.

CLORETOS

O cloreto é um ânion (Cl^-) que se apresenta em pequenas quantidades nas águas superficiais. Um aumento no teor de cloretos na água é indicador de uma possível poluição por esgotos (através de excreção de cloreto pela urina) ou por despejos industriais, e acelera os processos de corrosão em

tubulações de aço e de alumínio, além de alterar o sabor da água.

FERRO TOTAL

O ferro (Fé), em quantidade adequada, é essencial ao sistema bioquímico das águas, podendo, em grandes quantidades, se tornar nocivo, dando sabor e cor desagradáveis e dureza às águas, tornando-as inadequadas ao uso doméstico e industrial. O ferro aparece, normalmente, associado com manganês.

MANGANÊS

Águas superficiais raramente contêm mais que 1,0 mg/L de manganês (Mn) solúvel ou suspenso. O manganês pode agir como agente redutor ou oxidante, dependendo de seu estado de valência. Onde o Permanganato de Potássio ($KMnO_4$) é utilizado em águas de alimentação de caldeiras, O manganês deve ser controlado. O metal também é utilizado na manufatura de baterias e como elemento de liga na produção de aço e alumínio. A concentração de manganês em águas potáveis não deve exceder 0,05 mg/L. Concentrações acima de 1,0 mg/L conferem à água gosto objetável e descolorem tecidos e porcelanas.

FÓSFORO TOTAL

O fósforo total (PT) é medido geralmente em miligramas por litro (mg/L). A presença do fósforo na água pode se dar de

diversas formas. A mais importante delas para o metabolismo biológico, é o ortofosfato. O fósforo é um nutriente e não traz problemas de ordem sanitária para a água. A presença de fósforo nas águas pode ter origem na dissolução de compostos do solo (escala muito pequena), despejos domésticos e/ou industriais, detergentes, excrementos de animais e fertilizantes. A utilização crescente de detergentes de uso doméstico e industrial favorece muito o aumento das concentrações de fósforo nas águas. Concentrações elevadas de fósforo pode contribuir, da mesma forma que o nitrogênio, para a proliferação de algas e acelerar, indesejavelmente, em determinadas condições, o processo de eutrofização. Por outro lado, o fósforo é um nutriente fundamental para o crescimento e multiplicação das bactérias responsáveis pelos mecanismos bioquímicos de estabilização da matéria orgânica.

NITROGÊNIO AMONIACAL

Antes de melhor caracterizar o parâmetro em questão, convém explicar resumidamente o ciclo do nitrogênio na biosfera. O nitrogênio manifesta-se no ambiente de diversas formas, quais sejam: Nitrogênio molecular (N_2), livre na atmosfera; Nitrogênio orgânico (dissolvido e em suspensão no corpo d'água); Amônia (livre - NH_3 e ionizada - NH_4^+); Nitrito (NO_2) e Nitrato (NO_3). No meio aquático, as diversas formas de nitrogênio podem ser de origem natural (proteínas, clorofila e outros compostos biológicos) e/ou de origem das atividades humanas e animais (despejos domésticos e industriais, excrementos de animais e fertilizantes). Nos esgotos domésticos frescos, predominam o nitrogênio em forma de amônia e o orgânico. A importância do conhecimento da presença e quantificação do nitrogênio nas suas diversas

formas na água refere-se ao consumo de oxigênio dissolvido necessário durante o processo de nitrificação, isto é, a conversão de nitrogênio amoniacal a nitrito e deste a nitrato e, principalmente, a proliferação de algas, que tem no nitrogênio um elemento vital para seu crescimento. Cabe salientar que o crescimento descontrolado de algas (floração das águas), em determinadas condições do corpo d'água, pode acarretar processos de eutrofização.

A eutrofização é um fenômeno indesejável, pois modifica substancialmente as características físicas, químicas e biológicas do corpo d'água. O crescimento excessivo de vegetação aquática, eventuais maus odores, mortandade de peixe, mudança radical de cor, diminuição excessiva de OD, secreções tóxicas de certas algas, etc., são algumas das conseqüências do fenômeno. Os processos de eutrofização, somados ao de assoreamento, aumentam gradativamente o material sedimentado no fundo (matéria orgânica em suspensão, vegetação aquática morta e sólidos carreados por processos erosivos), provocando, lentamente, a morte e o desaparecimento do corpo d'água. Torna-se importante registrar, mais uma vez, que a amônia pode ocorrer na forma livre, que é o nitrogênio amoniacal NH_3, tóxica aos peixes e na forma ionizada (NH_4^+), não tóxica. Portanto, a medição do nitrogênio amoniacal, geralmente avaliado em miligramas por litro (mg/L) é importante não só para se constatar a presença de esgotos domésticos lançados recentemente no corpo d'água, mas também como um indicador de futuro consumo de oxigênio no processo de nitrificação anteriormente citado e possível crescimento de algas.

NITROGÊNIO KJELDAHL

O nitrogênio Kjeldahl (NTK), medido em miligramas por litro (mg/L), nada mais é que a soma do nitrogênio orgânico com o nitrogênio em forma de amônia. O NTK é a forma predominante do nitrogênio nos esgotos domésticos brutos e daí sua importância como parâmetro químico de qualidade das águas. Dependendo do valor do pH dos esgotos, a amônia, parte integrante do NTK, pode se apresentar na forma livre (NH3) ou na forma ionizada (NH_4^+). Para valores de pH menores que 8, a amônia se apresenta na forma ionizada.

NITRATO

Como citado anteriormente, o nitrogênio sob forma de amônia, se transforma com o tempo, dependendo das condições física e química do meio aquático, em nitrito e, posteriormente, em nitrato (nitrificação). A presença de nitrogênio na forma de nitrato no corpo d'água é um indicador de poluição antiga, relacionada ao final do período do processo de nitrificação, ou pode caracterizar o efluente de uma estação de tratamento de esgotos sanitários a nível terciário, onde o processo de nitrificação é induzido e controlado com o objetivo de redução de nutrientes. O nitrato, medido em miligramas por litro (mg/L) de amostra d'água, pode sofrer também um processo de desnitrificação, onde é reduzido a nitrogênio gasoso. Já foi comprovada a relação entre a concentração de nitrato e a ocorrência de cianose em crianças. A cianose provoca alterações na composição sangüínea, levando a pele a uma coloração azulada. O nitrato em altas concentrações nas fontes domésticas de água (poços), pode trazer graves problemas de intoxicação, tanto no ser humano como nos animais domésticos.

SÍLICA

Sílica (SiO_2) é o óxido de Silício, o segundo elemento mais abundante da crosta terrestre. A Sílica está presente como silicato na maioria das águas naturais. Concentrações típicas variam entre 1 e 30 mg/L. Concentrações mais elevadas podem ocorrer em certos mananciais. O teor de sílica na água deve ser determinado antes de seu uso em várias aplicações industriais. Em sistemas de resfriamento raramente a Sílica apresenta-se sob forma de incrustações vítreas, pois para tanto, necessitaria atingir uma concentração de 150 ppm[11]. Em sistemas de geração de vapor a Sílica deve ser rigidamente controlada a fim de evitar deposições.

ALUMÍNIO

Na água, o alumínio (Al^{+3}) é complexado e influenciado pelo pH, temperatura e a presença de fluoretos, sulfatos, matéria orgânica e outros ligantes. A solubilidade é baixa em pH entre 5,5 e 6,0. O alumínio deve apresentar maiores concentrações em profundidade, onde o pH é menor e pode ocorrer anaerobiose. O aumento da concentração de alumínio está associado com o período de chuvas e, portanto, com a alta turbidez. O alumínio não pode exceder 0,2 mg/L; é um parâmetro não sanitário, o problema é a sedimentação em utensílios e tubulações.

[11]ppm - parte por milhão

COLIFORMES

As bactérias do grupo coliforme são utilizadas como indicadores biológicos da qualidade das águas. A contaminação das águas por fezes humana e/ou animal pode ser detectada pela presença de bactérias do grupo coliforme. O grupo coliforme de bactérias se divide como indicador de contaminação fecal, da seguinte forma: CT-coliformes totais (fecal e não fecal); CF-coliformes fecais (fecal) e Estreptococos fecais (fecal). No intestino dos seres humanos e animais predomina em grande número os coliformes fecais. Para se ter uma idéia, um indivíduo elimina, em média, 10 bilhões de coliformes fecais por dia. Além dos coliformes, existem, no meio intestinal, outras bactérias, vírus, protozoários e vermes, em números significativamente menores. Nesse meio intestinal, podem conviver agentes patogênicos, isto é, nocivos ao homem, como alguns tipos de bactérias que podem provocar diarréias fortes, febre, náusea e o cólera; alguns tipos de protozoários, responsáveis, inclusive, pela malária e vírus perigosos, como aqueles que podem levar à hepatite infecciosa, gastroenterite, febre amarela, dengue e a paralisia infantil. A contaminação fecal é geralmente medida em Número Mais Provável de coliformes por cem mililitros de água amostrada (NMP/1OOml). Os órgãos ambientais utilizam-se deste indicador para diagnosticar, também, as condições das águas para o banho, informando a população sobre as condições de balneabilidade (excelente, muito boa, satisfatória ou imprópria).

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E ASPECTOS HIDROQUÍMICOS DE RIOS - AFLUENTES DO AMAZONAS

RIO NAPO

- Caracterização física

A bacia do rio Napo tem uma longitude de 1400 km, e sua largura varia entre 1 e 5 km. Como resultado da dinâmica fluvial, o Napo em seu percurso inunda mais de 130 ilhas Figura 4. Segundo dados obtidos pelo projeto HIBAM (Hidrologia da Bacia Amazônica), entre as cidades de Puerto Misahuali (andino do Equador) e Iquitos (amazônia Peruana), a largura do rio varia entre algumas dezenas a quilômetros (30 metros a mais de 2 quilômetros, durante a campanha HIBAM 2004), a profundidade varia de alguns centímetros a dezenas de metros (0,5 a 10 metros de profundidade, em 2004) e a vazão varia muito, principalmente quando se compara àquela obtida nos pequenos afluentes (25 m^3/s em 2004) e a verificada na desembocadura com o grande rio, Amazonas (superior a 6500 m^3/s em 2004). Entre Coca e Nuevo Rocafuerte o rio Napo apresenta vazão superior a 2.000 m^3/s (2.150 e 26.902,5 m^3/s, respectivamente, em 1998). Dentre os

povos indígenas que habitam ou habitaram a região estão os Quíchua e os Omágua-Cocama da Amazônia (GUYOT et al. 1998).



Figura-4. Rio Napo. Disponível em: <http://www.enjoyecuador.net/espanol/multimedia/oriente/napo_oriente_es.shtml>. Acesso em: 08 ago. 2005

- ASPECTOS HIDROQUÍMICOS

Segundo dados do HIBAM (Campanha NAPO'2004), o pH do rio Napo mostra-se alcalino nas três localidades amostradas. A condutividade elétrica é inferior a 90 µS/cm, estando, entretanto, dentro dos limites conhecidos para rios de água branca, rica em nutrientes (Figuras 5 e 6).

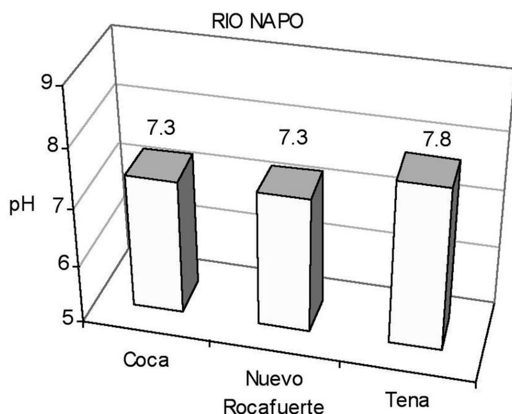


Figura-5. Valores de pH ao longo do rio Napo, em Coca, Nuevo Rocafuerte e Tena (GUYOT et al. 1998).

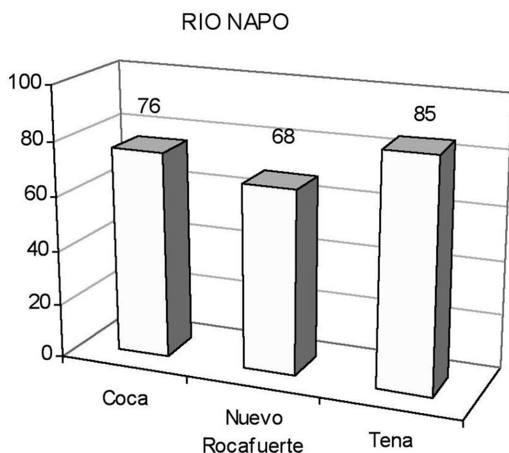


Figura-6. Valores de condutividade (μS/cm) pH ao longo do rio Napo, em Coca, Nuevo Rocafuerte e Tena (GUYOT et al. 1998).

RIO JAVARI

- Caracterização física

Localizado na margem direita do rio Amazonas (Figura 7), nasce em cotas de ordem de 400m na serra da Contamana. Toda sua extensão, cerca de 1.180 Km, serve de divisa entre o Brasil e o Peru. Corre inicialmente sob a denominação de rio Jaquirana, em direção nordeste, até a confluência com o rio Bara, a partir de onde recebe o nome de Javarí. Após este ponto toma a direção geral norte, até as proximidades do povoado de Envira, onde muda o rumo para o nordeste, descrevendo um grande arco, para desaguar no Solimões, junto à cidade de Atalaia do Norte. Seu curso é extremamente sinuoso e sua desembocadura se dá por três braços, formados por duas ilhas, denominadas de Islândia e Petrópolis. O rio Javarí atravessa uma região inóspita, com escassa população ribeirinha (AHIMOC, 2002).

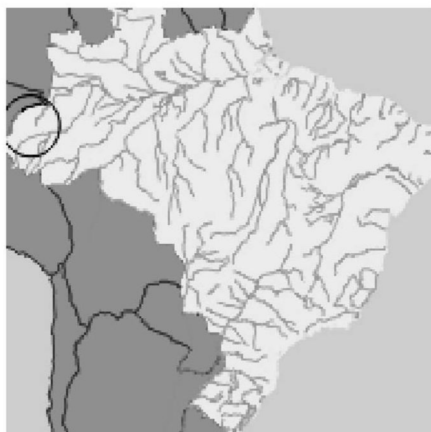


Figura-7. Mapa, mostrando o rio Javari. (Fonte: AHIMOC - Administração das Hidrovias da Amazônia Ocidental/PETCON - Planejamento em Transporte e Consultoria Ltda, 2002).

O alto Javarí não é navegável devido à acentuada declividade existente. O baixo Javarí apresenta-se com características de rio de planície, com um estirão navegável de 510 Km, estendendo-se da desembocadura do Javarí até a Barra do Javarí-Mirim, com intensa sinuosidade e obstrução do leito nos locais onde há desmoronamento das barrancas (terras caídas). A barra do rio Javarí, situada no ponto de encontro de terrenos pertencentes a três países (Brasil, Peru e Colômbia), é constituído por três canais que podem servir à navegação interior. A navegação no rio Javarí é efetuada por pequenos barcos que fazem o intercâmbio de mercadorias da região. Devido às condições físicas do rio, somente barcos de pequeno calado podem trafegar no rio.

- Aspectos hidroquímicos

O Javari é um rio que faz divisa entre o Brasil e o Peru, em alguns trechos ele é proveniente da parte baixa dos Andes com grande influência de pequenos rios e igarapés que nascem na floresta Amazônica, tanto brasileira quanto peruana. Por esta razão, suas águas apresentam pH ácido (próximo ao neutro), baixa condutividade elétrica, baixa concentração de cor e de material húmico. (Figura 8). O valor médio dos cátions foi de 1,62 mg/L, esses valores indicam que esse rio é pobre em sais dissolvidos com predominância para o cálcio (Figura 9).

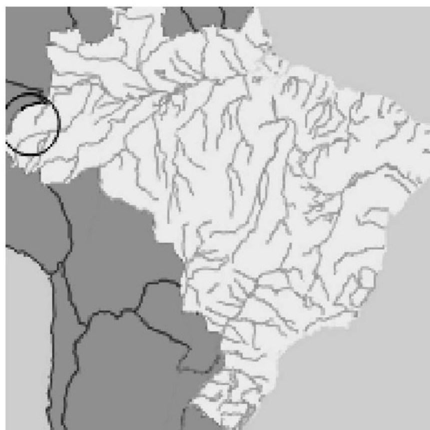


Figura-8. Mostra os valores de pH, condutividade elétrica (μS/cm), cor (mg/Pt/L) e material húmico (M.H) no rio Javari (SANTOS e RIBEIRO, 1988).

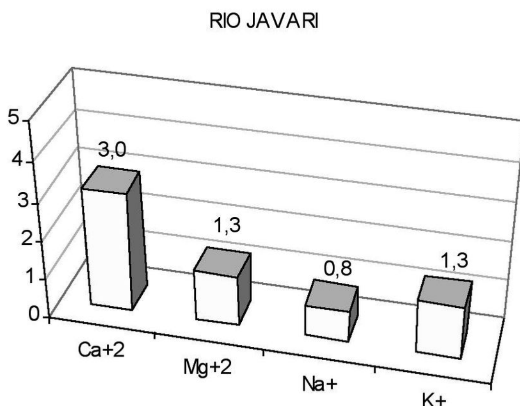


Figura-9. Mostra os valores de cálcio (Ca+2), magnésio (Mg+2), sódio (N+) e potássio (K+) no rio Javari (SANTOS e RIBEIRO, 1988).

A média de ânions foi de 1,95 mg/L; a predominância é do sulfato com 2,90 mg/L, o ferro aparece com 2,23 mg/L e o manganês foi de 0,05 mg/L (Figura 10). O elemento fósforo é de grande importância para a agricultura nas águas; no rio Javari o

mesmo aparece em pequenas concentrações 0,04 mg/L, o nitrogênio de Kjeldahl com 0,78 mg/L, a sílica em forma de silicatos 4,42 mg/L demonstra bem o tipo de solo por onde as águas correm (Figura 11).

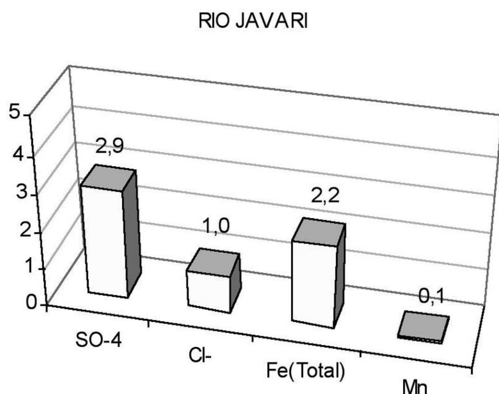


Figura-10. Mostra os valores de sulfato (SO4-), cloreto (Cl-), ferro total (Fe) e manganês (Mn) no rio Javari (SANTOS e RIBEIRO, 1988).

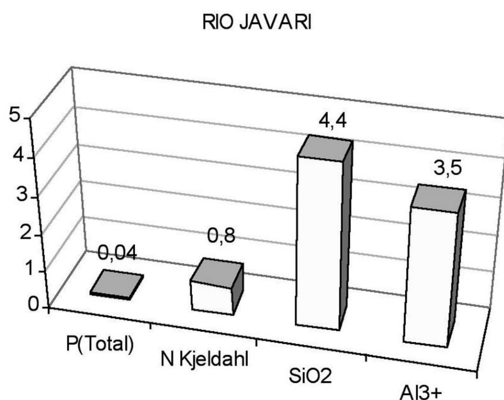


Figura-11. Mostra os valores de fósforo total (Pt), nitrogênio (Nk), silicato (SiO2) e alumínio (Al+3) no rio Javari (SANTOS e RIBEIRO, 1988).

RIO IÇÁ

- Caracterização física

É um rio da margem direita (Figura 12), nasce nos contrafortes andinos do Equador, em cotas elevadas, com 1.645 Km de extensão. Após a junção dos seus principais formadores, inicia seu percurso sob o nome de Putumayo, o qual conserva até penetrar em território brasileiro, onde muda para o de Içá. Corre, praticamente, em direção geral sudeste, saindo do território equatoriano para atuar como divisa entre a Colômbia e o Peru, percorre terras colombianas e transpõe a divisa do Brasil no quilômetro 310, aproximadamente.

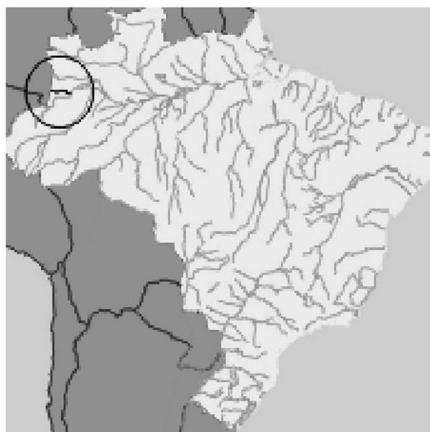


Figura-12. Mapa, mostrando o rio Içá (Fonte: AHIMOC - Administração das Hidrovias da Amazônia Ocidental/PETCON - Planejamento em Transporte e Consultoria Ltda, 2002)

A foz do rio Içá localiza-se nas proximidades da cidade de Santo Antônio do Içá, com uma desembocadura de cerca de

700 m de largura. A altitude, neste ponto, é da ordem de 55 m. A declividade geral do rio, no trecho brasileiro, é cerca de 6,5 cm/Km. Na maior parte de seu percurso, o rio apresenta características de rio de planície, muito serpenteado e com larguras variáveis. Na parte baixa do rio, há numerosos lagos nas margens, alimentados pelas enchentes. Nas épocas de estiagem, passa a ser alimentado por estes lagos, melhorando as condições de escoamento do rio e de navegabilidade no trecho.

A acentuada declividade do seu curso superior carreia grande quantidade de material sólido em suspensão para depositá-lo ao longo da planície. O material depositado forma bancos de areia e cascalho, chamados secos, estreitando as passagens, ou reduzindo a profundidade d'água, quando o rio se alarga. No seu baixo curso, a profundidade se mantém em torno de 10 m, nas cheias e nas águas médias. As larguras variam entre 100 m e 1,5 Km, com alguns estreitamentos, causado pela deposição de material sólido.

- Aspectos hidroquímicos

O rio Içá é proveniente do baixo Andes, com uma pequena área de drenagem desta região, que faz com que a química de suas águas seja influenciada por inúmeros pequenos rios afluentes oriundo da Amazônia Colombiana e Brasileira, pobre em sais minerais dissolvidos. O pH encontrado foi 6.25 para uma condutibilidade elétrica de 12.34 µS/cm (Figura 13).

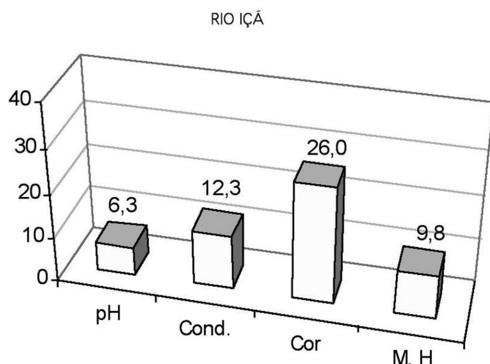


Figura-13. Mostra os valores de pH, condutividade elétrica (µS/cm), cor (mg/Pt/L) e material húmico (M.H) no rio Içá (SANTOS e RIBEIRO, 1988).

As concentrações médias de cátions foram de 1,11 mg/L, e o elemento encontrado mais abundante foi o potássio com 1.96 mg/L (Figura 14); já para os ânions, a média ficou em torno de 2,57 mg/L, o maior contribuinte é o sulfato com 4,30 mg/L, o ferro total aparece em 2,58 mg/L, e o manganês que sempre acompanha o ferro aparece com uma pequena concentração de apenas 0,05 mg/L (Figura 15); o fósforo total foi de 0,02 mg/L; O nitrogênio de Kjeldahl aparece em concentrações de 0,73 mg/L; é possível que estes valores aumentem ou diminuem, no período chuvoso; as concentrações de cor foram de 26 mg/Pt/L e 9,82 mg/L de material húmico; estes valores são semelhantes aos de outros rios estudados da Amazônia que possuem pequenas concentrações de cátions; quanto à sílica, a concentração encontrada foi de 2,96 mg/L e o alumínio foi de 4,19 mg/L (Figura 16).

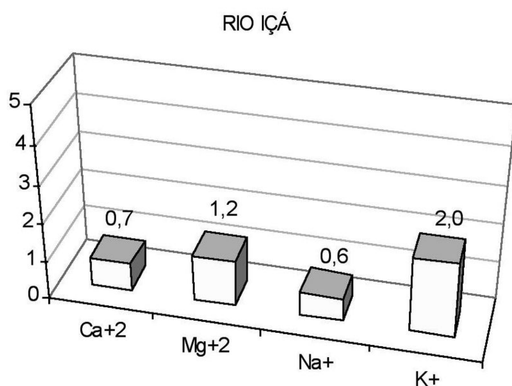


Figura-14. Mostra os valores de cálcio (Ca+2), magnésio (Mg+2), sódio (N+) e potássio (K+) no rio Içá (SANTOS e RIBEIRO, 1988).

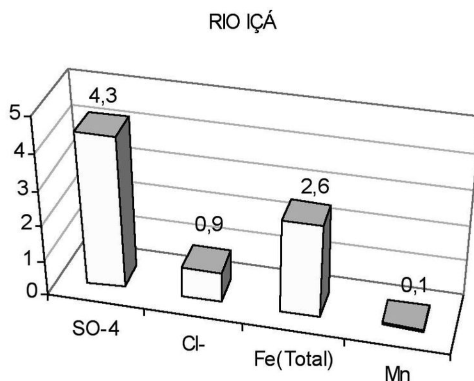


Figura-15. Mostra os valores de sulfato (SO4-), cloreto (Cl-), ferro total (Fe) e manganês (Mn) no rio Içá (SANTOS e RIBEIRO, 1988).

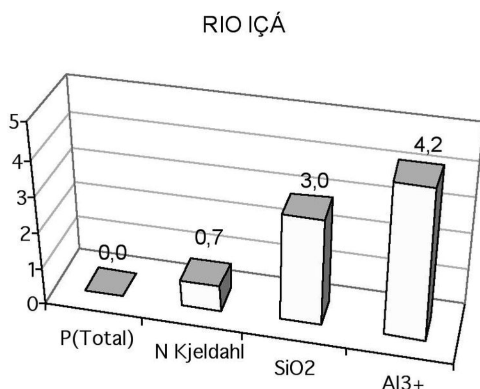


Figura-16. Mostra os valores de fósforo total (Pt), nitrogênio (Nk), silicato (SiO2) e alumínio (Al+3) no rio Içá (SANTOS e RIBEIRO, 1988).

RIO JUTAÍ

- Caracterização física

O rio Jutaí é um afluente da margem direita do rio Solimões (Figura 17), talvez seja este rio que possui o maior número de meandros (ondulação) em seu relevo que vai desde as nascentes em charcos alagadiços até a sua foz. Segundo SANTOS et al. (1988), sua vazão no período de coleta era bastante fraca, 500 m^3/s, a mesma aumenta sua intensidade com o máximo da enchente, alcançando valores de 4.000 m^3/s no mês de junho.



Figura-17. Rio Jutaí, projeto Hibam - Campanha Solimões-Amazonas 1998.

- Aspectos hidroquímicos

Os resultados do pH 5,48 e uma condutibilidade elétrica de 11,06 (µS/cm), logo revelam uma água ácida e pobre em sais minerais dissolvidos (Figura 18), assim são todos os rios de água preta, o que veremos no decorrer deste trabalho; os cátions aparecem em uma média de 1,15 mg/L (Figura 19); os ânions aparecem em uma média de 2,99 mg/L, a predominância é do sulfato com 5,00 mg/L; os teores de ferro total alcançam 1,43 mg/L, sendo normais para os rios de água preta (SCHMIDT, 1972a; SANTOS, 1971).

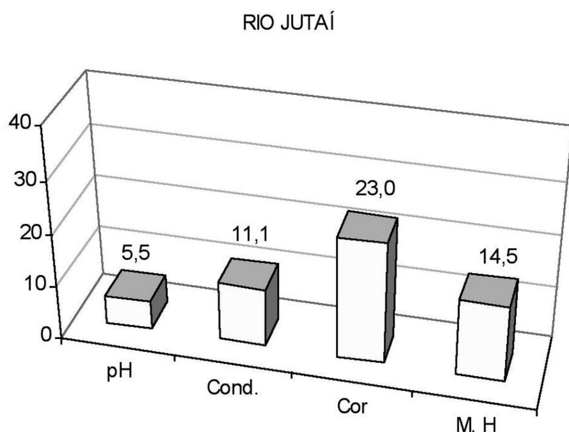


Figura-18. Mostra os valores de pH, condutividade elétrica (μS/cm), cor (mg/Pt/L) e material húmico (M.H) no rio Jutaí (SANTOS e RIBEIRO, 1988).

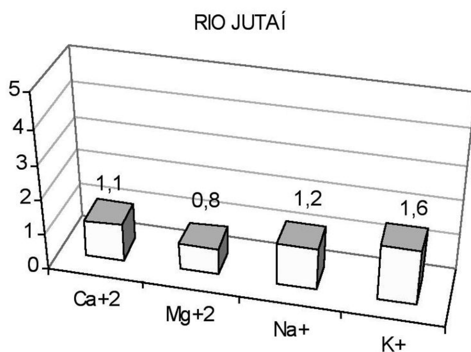


Figura-19. Mostra os valores de cálcio (Ca+2), magnésio (Mg+2), sódio (N+) e potássio (K+) no rio Jutaí (SANTOS e RIBEIRO, 1988).

RIO JUTAÍ

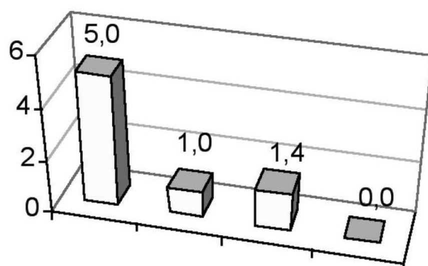


Figura-20. Mostra os valores de sulfato (SO4-), cloreto (Cl-), ferro total (Fe) e manganês (Mn) no rio Jutaí (SANTOS e RIBEIRO, 1988).

Os resultados de manganês foram de 0,3 mg/L, geralmente nas águas da Amazônia quanto maior a concentração de ferro, maior é a de manganês e vive-versa (Figura 20); o fósforo total aparece com um reduzido valor, apenas de 0,01 mg/L, semelhantes aos resultados encontrados por ANONYMUS (1972). A sílica em forma de silicatos aparece com 5,02 mg/L e o alumínio total com 2,12 mg/L (Figura 21).

RIO JUTAÍ

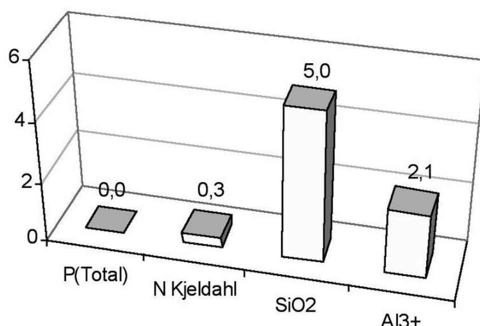


Figura-21. Mostra os valores de fósforo total (Pt), nitrogênio (Nk), silicato (SiO2) e alumínio (Al+3) no rio Jutaí (SANTOS e RIBEIRO, 1988).

RIO JAPURÁ

- Caracterização física

Afluente da margem esquerda do Amazonas (Figura 22), nasce em altitudes bastante elevadas, ao sul da Colômbia. Sua extensão é estimada em 2.100 Km, sendo 1.367 Km em território colombiano (onde é conhecido pelo nome de Caquetá) e 733 Km no Brasil. Tem sua foz em delta, com oito ramificações.

A bacia hidrográfica do Japurá tem a forma de uma faixa alongada que se estreita na foz e se alarga nas nascentes. A largura máxima da faixa é de cerca de 300 Km e o comprimento é de 1.600 Km. O tipo de rede de drenagem é paralelo ao da grande maioria dos rios, correndo no sentido da declividade geral da bacia, fazendo ângulos não muito acentuados com o rio principal.

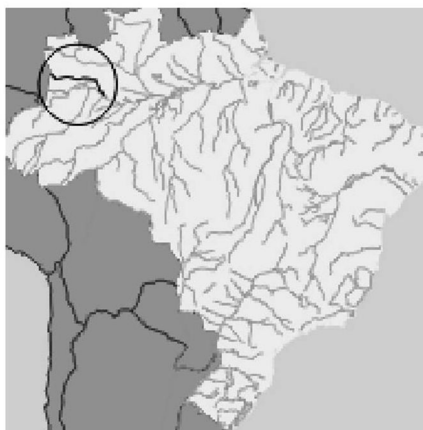


Figura 22. Mapa, mostrando o rio Japurá, (Fonte: AHIMOC - Administração das Hidrovias da Amazônia Ocidental/PETCON - Planejamento em Transporte e Consultoria Ltda, 2002).

Após o trecho de corredeiras, na Colômbia, o rio Japurá adentra em território brasileiro, já no seu baixo curso, com características de rio de planície. Apresenta-se largo, porém, pouco profundo, com inúmeras ilhas dentro de seu leito. É margeado por grande número de lagoas, que absorvem parte das águas de enchentes, devolvendo-as nas vazantes. Num trecho de 721 Km, da sua foz até a Vila Bittencourt, apresenta o canal navegável tortuoso, exigindo complicadas manobras, mesmo para as embarcações de pequeno calado que navegam no rio a maior parte do ano. A declividade estimada é de 7,5 cm/Km. O período de águas altas ocorre entre março e julho, possibilitando calado de até 3 m. Na época das águas baixas, de julho a fevereiro, o calado se reduz para 1,20 m.

- Aspectos hidroquímicos

O pH 6,2 e uma condutibilidade elétrica de 22,13 µS/cm mostram que suas águas não são bastante ácidas, logo possuem pequenas concentrações de sais minerais (Figura 23), o que é logo observado pelo valor médio dos cátions 1,04 mg/L; o cálcio é que predomina com 2,20 mg/L (Figura 24); a média dos ânions foi de 2,66 mg/L e a predominância é do sulfato com 4,30 mg/L: o ferro total aparece com 1,03 mg/L e o manganês com 0,03 mg/L (Figura 25), resultados que são semelhantes aos de rios provenientes da região Andina; o fósforo total aparece com 0,05 mg/L e as concentrações de substâncias coloridas: a cor determinada em mg/Pt/L foi de 13,00 e o material húmico 10,00 mg/L, também são semelhantes às do rio Içа; as concentrações de sílica em forma de silicatos foram de 3,00 mg/L e a de alumínio total de 4,00 mg/L (Figura 26); há a mesma seqüência para os rios que possuem sedimentos e provenientes dos Andes.

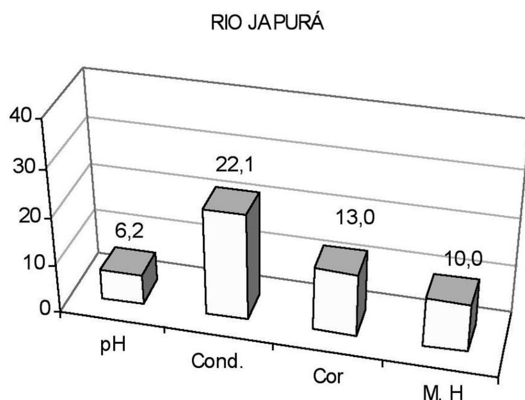


Figura-23. Mostra os valores de pH, condutividade elétrica (μS/cm), cor (mg/Pt/L) e material húmico (M.H) no rio Japurá (SANTOS e RIBEIRO, 1988).

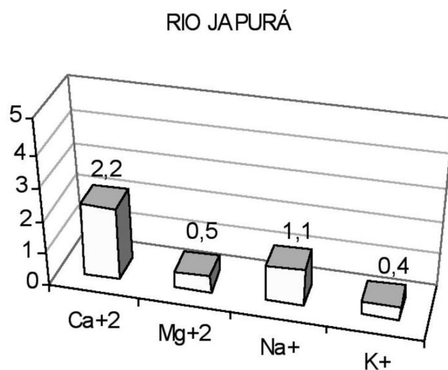


Figura-24. Mostra os valores de cálcio (Ca+2), magnésio (Mg+2), sódio (N+) e potássio (K+) no rio Japurá (SANTOS e RIBEIRO, 1988).

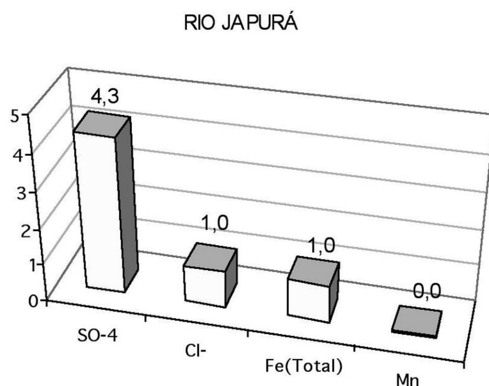


Figura-25. Mostra os valores de sulfato (SO4-), cloreto (Cl-), ferro total (Fe) e manganês (Mn) no rio Japurá (SANTOS e RIBEIRO, 1988).

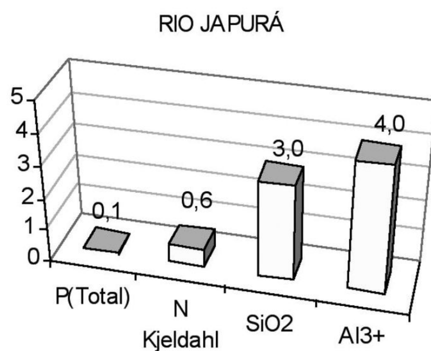


Figura-26. Mostra os valores de fósforo total (Pt), nitrogênio (Nk), silicato (SiO2) e alumínio (Al+3) no rio Japurá (SANTOS e RIBEIRO, 1988).

RIO JURUÁ

- Caracterização física

Afluente da margem direita do rio Amazonas (Figura 27), com cerca de 3.350 km de extensão (foz-nascente). O rio Juruá tem em fevereiro/abril seu período de águas altas e julho/setembro o período de águas baixas, sendo também o mais sinuoso dos rios da Amazônia. O alto Juruá não apresenta condições de navegabilidade, a navegação é realizada no médio e baixo curso do rio, com características de planície com uma extensão de 3.120 km. A profundidade mínima é de 0,40 m ou 0,50 m. O Juruá apresenta-se navegável nos trechos Foz/Eirunepé - 1.850 km e Eirunepé/Cruzeiro do Sul - 1.270 km.

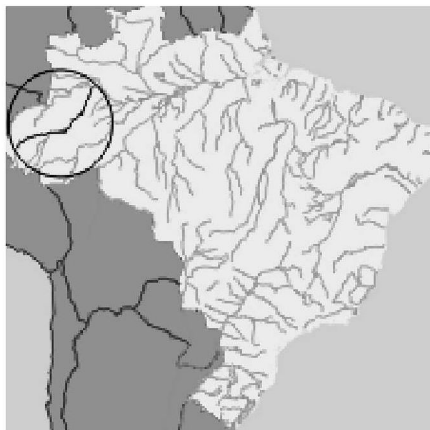


Figura-27. Mapa, mostrando o rio Juruá, (Fonte: AHIMOC - Administração das Hidrovias da Amazônia Ocidental/PETCON - Planejamento em Transporte e Consultoria Ltda, 2002.

Caracterizado como rio de planície, é sinuoso em praticamente todo seu percurso. Recebe as águas que são drenadas de Marechal Thaumaturgo, Porto Walter, Cruzeiro do Sul, Rodrigues Alves e Mâncio Lima. Nos municípios de Cruzeiro do Sul e Marechal Thaumaturgo, é navegável durante 6 a 8 meses (cheias) por grandes embarcações e, na vazante, por embarcações de pequeno e médio porte. O rio Juruá também se constitui no principal canal de comunicação dos municípios acima citados com os municípios do Amazonas. Seus principais afluentes são: Margem direita - Breu, Caipora, São João, Acuriá, Tejo, Grajaú, Natal, Humatiá e Valparaíso. Margem esquerda - Amônea, Aparição, São Luiz, Paratari, Rios das Minas, Ouro Preto, Juruá-Mirim, Paraná dos Mouras e Moa.

- Aspectos hidroquímicos

Os resultados de pH 7,10 e condutibilidade de 97,37µS/cm demonstram bem que o Juruá é um rio rico em sais minerais (Figura 28). As concentrações de cátions em média alcançam 6,38 mg/L, a predominância é do cálcio com 14,24 mg/L; a média dos ânions foi de 2,87 mg/L (Figura 29), tendo o sulfato com 2,90 mg/L como predominante, o ferro total aparece com 2,35 mg/L (Figura 30); são semelhantes aos resultantes de SCHMIDT, 1972, para o rio Solimões; manganês que sempre acompanha o ferro quando o mesmo aparece em altos valores, tem a concentração de 0,06 mg/L; as concentrações de fósforos total foram de 0,11 mg/L, sendo este o valor encontrado em todos os afluentes pesquisados por SANTOS et al. 1988; o resultado de nitrogênio de Kjeldahl com 0,53 é considerado normal para os rios de água barrenta, na qual as concentrações de cor 17,00 mg/Pt/L é 10,53 mg/L de material húmico são baixas, em relação aos rios de água

preta, (SANTOS, 1984); as concentrações de sílica em forma de silicatos foram de 5,09 mg/L e para o alumínio total de 4,19 mg/L (Figura 31), mostram que os rios de água barrenta possuem valores semelhantes quanto a estes dois elementos.

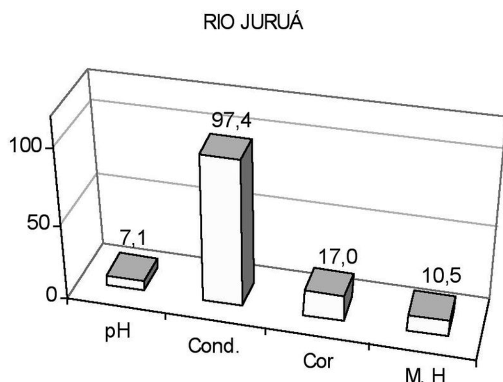


Figura-28. Mostra os valores de pH, condutividade elétrica (μS/cm), cor (mg/Pt/L) e material húmico (M. H) no rio Juruá (SANTOS e RIBEIRO, 1988).

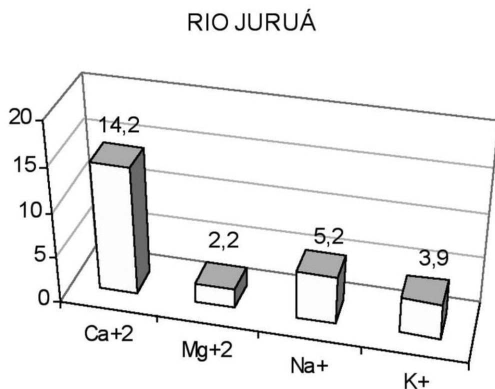


Figura-29. Mostra os valores de cálcio (Ca+2), magnésio (Mg+2), sódio (N+) e potássio (K+) no rio Juruá (SANTOS e RIBEIRO, 1988).

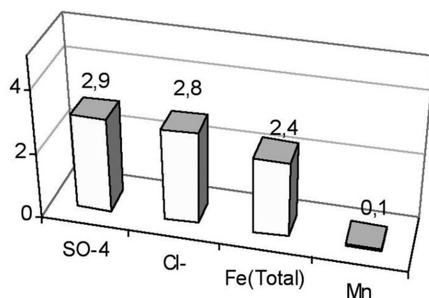


Figura-30. Mostra os valores de sulfato (SO4-), cloreto (Cl-), ferro total (Fe) e manganês (Mn) no rio Juruá (SANTOS e RIBEIRO, 1988).

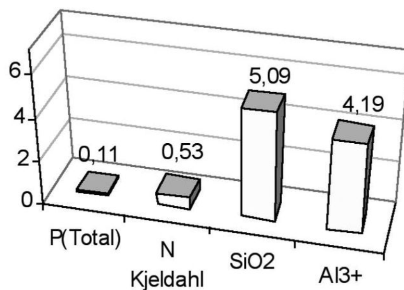


Figura-31. Mostra os valores de fósforo total (Pt), nitrogênio (Nk), silicato (SiO2) e alumínio (Al+3) no rio Juruá (SANTOS e RIBEIRO, 1988).

RIO TEFÉ

- Caracterização física

Afluente da margem direita rio Solimões (Figura 32), o rio Tefé corre paralelo ao rio Urucu e desemboca no lago de Tefé. É mais extenso que o Urucu, tem maior volume d'água e constitui alternativa para acesso à região petrolífera do Urucu. Tem sido usado no escoamento de petróleo, em balsas de 600 t. A navegação nesses rios reveste-se de caráter pioneiro e é de interesse para o abastecimento e escoamento do petróleo e gás da região petrolífera do Urucu.

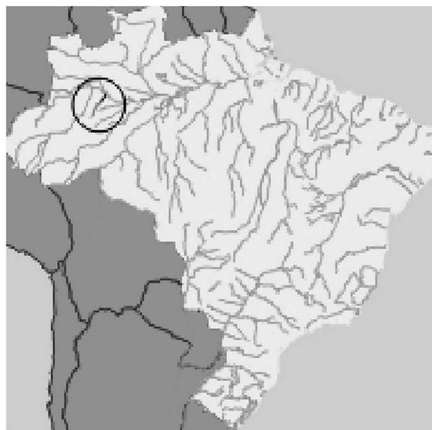


Figura-32. Mapa, mostrando o rio Tefé, (Fonte: AHIMOC - Administração das Hidrovias da Amazônia Ocidental/PETCON - Planejamento em Transporte e Consultoria Ltda, 2002).

- Aspectos hidroquímicos

O rio Tefé apresentou pH 6,12 e uma condutibilidade elétrica de 8,13 µS/cm esses valores são semelhantes aos resultados das análises em frente à cidade de Jutaí (Figura 33); a média dos cátions estão em torno de 0,69 mg/L (Figura 34) sendo a predominância do potássio com 1,41 mg/L; e para os ânions, a média foi de 2,53 mg/L; a predominância é do sulfato com 4,26 mg/L; o ferro total aparece com 1,82 mg/L.

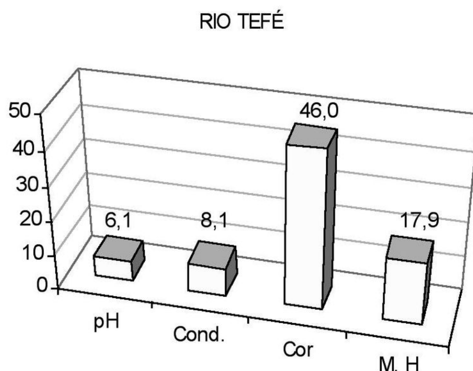


Figura 33. Mostra os valores de pH, condutividade elétrica (µS/cm), cor (mg/Pt/L) e material húmico (M.H) no rio Tefé (SANTOS e RIBEIRO, 1988).

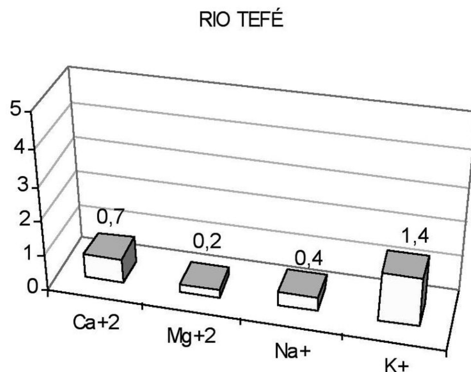


Figura-34. Mostra os valores de cálcio (Ca+2), magnésio (Mg+2), sódio (N+) e potássio (K+) no rio Tefé (SANTOS e RIBEIRO, 1988).

O manganês e o fósforo apresentaram-se abaixo do limite de detecção do método (Figura 35); é possível que este se deva em parte à entrada de água do rio Juruá; o já o nitrogênio de Kjeldahl aparece com 0,55 mg/L geralmente no sistema rio Solimões-Amazonas sempre encontramos oscilações do nitrogênio, talvez seja devido a transformações biológicas; as concentrações de substâncias coloridas, foram de 46 mg/Pt/L e 17,90 mg/L de material húmico mostram um aumento que talvez seja proveniente do material oxidável dos rios de água preta; a sílica apresenta valores em torno de 5,00 mg/L (Figura 36).

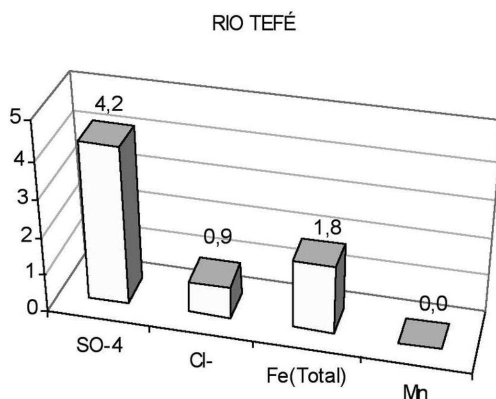


Figura-35. Mostra os valores de sulfato (SO4-), cloreto (Cl-), ferro total (Fe) e manganês (Mn) no rio Tefé (SANTOS e RIBEIRO, 1988).

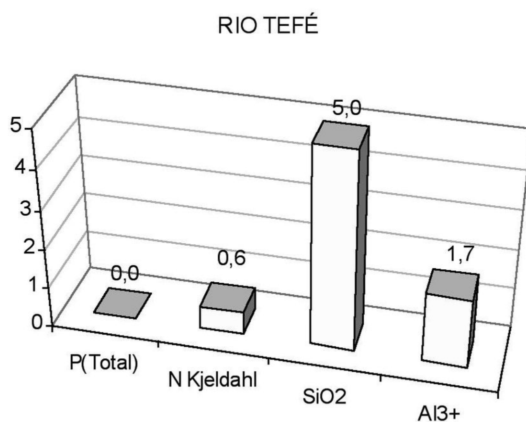


Figura-36. Mostra os valores de fósforo total (Pt), nitrogênio (Nk), silicato (SiO2) e alumínio (Al+3) no rio Tefé (SANTOS e RIBEIRO, 1988).

RIO URUCU

- Caracterização física

O Rio Urucu é um afluente do Rio Solimões, corre paralelo ao rio Tefé e desemboca no lago de Coari, o mesmo onde desemboca o rio Coari. De Coari a Porto Urucu a distância é de 470km. O acesso ao rio Urucu se faz pelo lago de Coari, num percurso de 60km. No lago não há restrição à navegação. O trecho seguinte, de 26km, constitui a região do “chavascal”, onde a navegação problemática, pela densidade de troncos submersos e pela vegetação aquática, embora sejam boas as profundidades. No rio Urucu propriamente dito, as profundidades não são favoráveis e, em águas baixas, no período de estiagem, a profundidade do rio pode atingir até 80 centímetros. Assim, a navegação, sobretudo aquela voltada para o transporte de maquinário pesado, só é possível em seis meses do ano, quando a maré está alta.

O rio Urucu drena o município de Coari, localizado a 600 quilômetros a oeste de Manaus, o qual era igual a qualquer outro município perdido no meio da floresta, com uma pequena população. A realidade local começou a mudar quando foram descobertos petróleo, de excelente qualidade, e uma imensa jazida de gás natural cerca de 3 mil metros abaixo do solo. A partir daí, em 1986, a Petrobrás implantou em suas terras a Província Petrolífera do Rio Urucu, tornando possível a prospecção, o transporte e o escoamento do material até o Solimões e, de lá, para a Refinaria de Manaus (Reman). A base petrolífera de Urucu tornou-se a principal fonte de renda para o município, gerando, em 2001, quase 20 milhões em royalties transferidos pela Petrobrás à administração municipal. Dos municípios com exploração continental, é o que mais recebe royalties, e no ranking geral

perde apenas para os da região da bacia de Campos, no estado do Rio de Janeiro.

Contudo, essa fartura de recursos não alterou a qualidade de vida de seus moradores, ao contrário, analisa AZIZ NACIB AB'SÁBER, titular do Departamento de Geografia e professor emérito do Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo (USP), aumentou drasticamente a população (em 2002 eram mais de 67 mil habitantes na busca pelo seu quinhão do Eldorado negro); como não havia estrutura para isso, entre outros problemas enfrentados pela população, cresceu a prostituição, e doenças, como a malária, proliferaram. A cerca de 2 quilômetros do porto da Petrobrás, no rio Solimões, a iluminação do terminal e a movimentação das embarcações afastaram os peixes, que eram fonte de renda e alimentação para a população ribeirinha.

Embora a Amazônia seja uma região de baixa declividade, registram-se processos erosivos na base de Coari, principalmente por causa da construção de estradas que interligam os poços e das faixas de implantação de dutos. No rio Urucu os especialistas identificaram alguns pontos do rio Urucu já acometidos pelo assoreamento, relata o geógrafo Antônio José Teixeira Guerra, do Laboratório de Geomorfologia Experimental e Erosão dos Solos, da UFRJ, consultor do projeto da Petrobrás que visa recuperar áreas onde há erosão do solo e evitar que haja um maior impacto no meio ambiente.

- Aspectos hidroquímicos

As obras da Petrobrás iniciaram na década de 1980, e até a década de 1990 não foram detectadas alterações significativas na qualidade da água do rio Urucu. PINTO et al. (2003), em uma série de estudos ao longo da calha principal

do rio Urucu, concluíram que suas águas são ácidas (pH 5,26 a 6,11 no período de chuvoso e 6,1 a 6,8 no período de estiagem); com baixo teor de sais (condutividade entre 5,95 e 10,97 µS/cm no período de estiagem e entre 7,89 e 27,41 µS/cm no período chuvoso). A concentração de ferro foi maior no período de estiagem (médias entre 0,24 e 2,41 mg/L). Os maiores valores para os compostos nitrogenados (amônia, nitrato e nitrito) foram verificados no período chuvoso. As variações físicas – cor, turbidez e sólidos totais em suspensão – tiveram seus maiores valores no período de estiagem. Os autores concluem que o rio Urucu apresenta as características físicas e químicas dos ambientes de água preta da região, como os rios Coari, Tefé e Negro.

RIO COARI

- Caracterização física

Pertence à SUB-BACIA 13 - Área de drenagem do rio Amazonas, compreendida pelo lago Coari, inclusive, e a confluência do rio Purus, inclusive (Figura 37). A cidade de Coari situa-se na margem sul do Rio Solimões, na foz do lago de Coari. O primeiro núcleo de povoamento do atual município de Coari foi uma aldeia de índios fundada no início do séc. XVIII, pelo Jesuíta Alemão Samuel Fritz, com a denominação de Coari, por ficar à margem do lago desse nome. Coari, segundo o cônego Ulysses Pennafort, vem das palavras indígenas "Coaya Cory" ou "Huary-yu", que significa respectivamente "rio do ouro" e "rio dos deuses".



Figura-37. Porto de Coari, Disponível em: <http://www.portalcoari.com.br/paginas/pagina_inicial/conheca_coari.html> Acesso em: 10 ago. 2005.

A denominação dada ao rio que banha o município estendeu-se ao lago, em cuja margem foi estabelecida a sede municipal, e, posteriormente, ao município. Habitavam primitivamente a região, os índios Catauixis, Irijus, Jumas, Jurimauas e outros. Em 1759, a aldeia de Coari foi elevada a lugar, recebendo o nome de Alvelos, de origem portuguesa. A sede da freguesia foi transferida em virtude da Lei n° 37, de 30 de setembro de 1854, para junto à foz do lago de Coari.

Da mesma maneira que ocorre com o rio Tefé, o Coari também termina em um lago (Lago de Coari), no qual também deságua o rio Urucu, outro afluente do Rio Solimões. Esses lagos são formados de braços do rio Solimões, com calado em águas mínimas inferiores a 4,0 m. Durante o período crítico de estiagem este calado não ultrapassa a 3,0 m. De Coari a Porto Urucu a distância é de 470 km. O acesso ao rio Urucu se faz pelo lago de Coari, num percurso de 60km. No lago não há restrição à navegação. O trecho seguinte, de 26 km, constitui

a região do "chavascal", onde a navegação problemática, pela densidade de troncos submersos e pela vegetação aquática, embora sejam boas as profundidades. No Rio Urucu propriamente dito, as profundidades não são favoráveis e, em águas baixas, a navegação é interrompida. Oposto do que ocorre no rio Coari, onde atualmente fica o oleoduto da base petrolífera de Urucu, e de onde o óleo é embarcado em navios-tanque maiores do que aqueles utilizados até 1999 no rio Tefé. Embora a maior fonte econômica esteja ligada às atividades petrolíferas, outras atividades são desenvolvidas na região, como a plantação de pupunha.

- Aspectos hidroquímicos

Os valores de pH, condutividade, cor e material húmico revelam uma água ácida e pobre em sais minerais dissolvidos (Figura 38), essas características são tipicamente de rios de água preta.

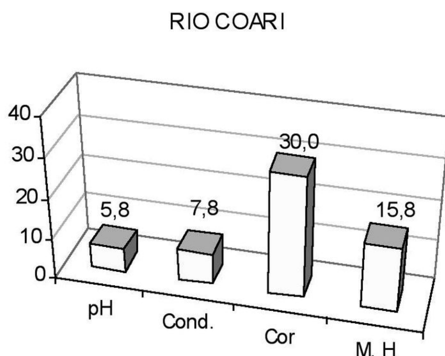


Figura-38. Mostra os valores de pH, condutividade elétrica (μS/cm), cor (mg/Pt/L) e material húmico (M.H) no rio Coari (SANTOS e RIBEIRO, 1988).

O valor médio dos cátions foi 0,53 mg/L com predominância do potássio (Figura 39). Quanto aos ânions, a predominância é do sulfato (Figura 40). Na amostra coletada por SANTOS e RIBEIRO (1988), não foi detectada a presença de fósforo, como aconteceu em várias outras provenientes de rios de água preta. As concentrações de nitrogênio de Kjeldahl foram superiores àquelas observadas no rio Tefé, o alumínio total se mostrou inferior quando comparado também ao rio Tefé, a sílica em forma de silicato apresentou valor 3,5 mg/L (Figura 41).

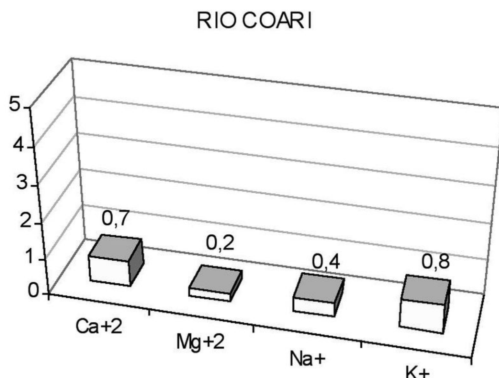


Figura-39. Mostra os valores de cálcio (Ca+2), magnésio (Mg+2), sódio (N+) e potássio (K+) no rio Coari (SANTOS e RIBEIRO, 1988).

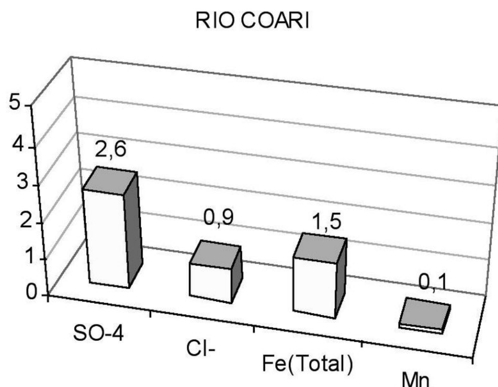


Figura-40. Mostra os valores de sulfato (SO4-), cloreto (Cl-), ferro total (Fe) e manganês (Mn) no rio Coari (SANTOS e RIBEIRO, 1988).

Figura-41. Mostra os valores de fósforo total (Pt), nitrogênio (Nk), silicato (SiO2) e alumínio (Al+3) no rio Coari (SANTOS e RIBEIRO, 1988).

RIO PURUS

- Caracterização física

Afluente da margem direita (Figura 42), nasce no Peru na Serra da Contamana com aproximadamente 500m de altitude e percorre cerca de 3.300 km até a Foz. Com características de rio de baixada, possui um percurso bastante sinuoso e curvas bem fechadas. O trecho que vai da cidade de Canutama até sua Foz, no Rio Solimões, possui 1.175 km. Sua importância está principalmente no abastecimento de sua região de influência. Com produtos provenientes de Belém e Manaus, abastece algumas cidades do Médio e Baixo Amazonas.

No sentido de montante predomina a carga geral e para jusante, o escoamento da produção local, como a borracha,

castanha-do-pará, madeira e pescado entre outros. O rio Purus apresenta alguns pontos críticos à navegação. Para que a navegabilidade seja contínua, serão necessários alguns melhoramentos visando a transposição destes pontos críticos. O rio Purus é navegável nos seguintes trechos: - Foz/Cachoeira 1.740 km Cachoeira/Boca do Acre 810 km. - Boca do Acre/ rio Iaco 290 km. O rio Purus não possui instalações portuárias dotadas de adequada infra-estrutura, existem, no entanto, alguns atracadouros, a saber: Beruri, Tapauá, Arumã, Novo Tapauá, Nova Olinda, Canutama, Lábrea, Porto Luzitânia, Pauiní e Boca do Acre.

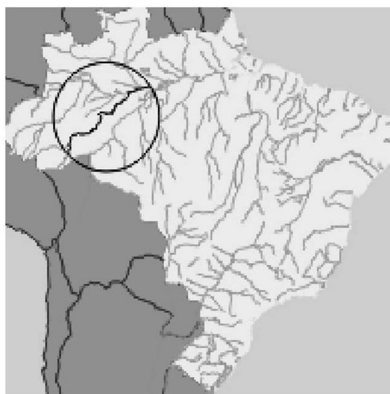


Figura-42. Mapa, mostrando o rio Purus, (Fonte: AHIMOC - Administração das Hidrovias da Amazônia Ocidental/PETCON - Planejamento em Transporte e Consultoria Ltda, 2002).

- Aspectos hidroquímicos

O pH do rio Purus próximo à cidade de Beruri, mostra-se alcalino (6,90), e uma condutibilidade elétrica de 34,26 µS/cm (Figura 43). Esses valores indicam que o mesmo é um abastecedor de substâncias nutritivas minerais para o rio

Solimões; a média dos cátions foi de 2,31 mg/L, a predominância é do cálcio com 4,63 mg/L (Figura 44), a média dos ânions é de 1,94 mg/l, e o sulfato aparece com a maior concentração 2,75 mg/L (Figura 45).

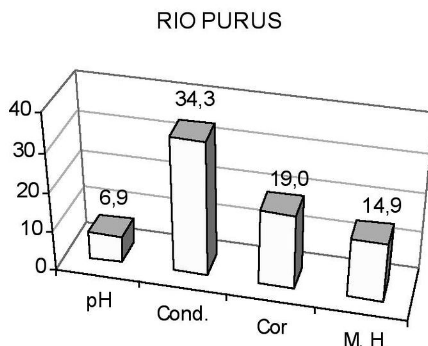


Figura-43. Mostra os valores de pH, condutividade elétrica (μS/cm), cor (mg/Pt/L) e material húmico (M.H) no rio Purus (SANTOS e RIBEIRO, 1988).

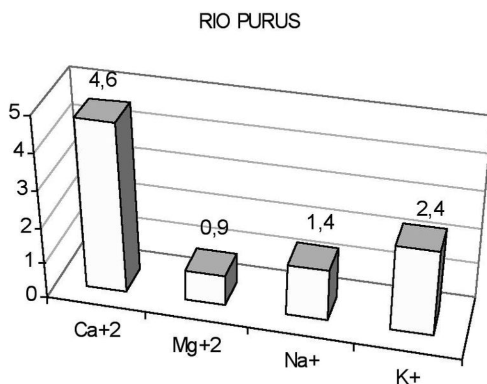


Figura-44. Mostra os valores de cálcio (Ca+2), magnésio (Mg+2), sódio (N+) e potássio (K+) no rio Purus (SANTOS e RIBEIRO, 1988).

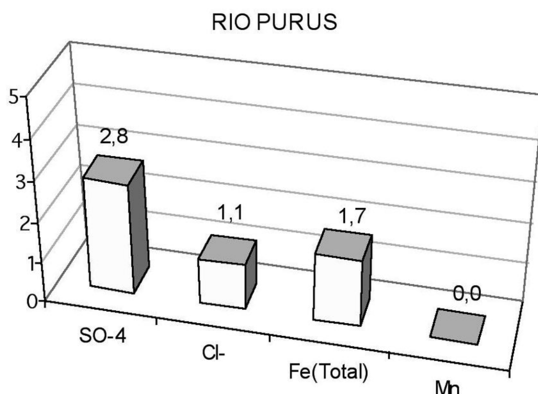


Figura-45. Mostra os valores de sulfato (SO4-), cloreto (Cl-), ferro total (Fe) e manganês (Mn) no rio Purus (SANTOS e RIBEIRO, 1988).

O ferro total aparece com 1,66 mg/L e o manganês o acompanha com 0,08 mg/L; as concentrações de fósforo total foram de 0,03 mg/l; sempre o elemento fósforo e o mais deficitário nas águas da Amazônia; o nitrogênio de Kjeldahl aparece com 0,63 mg/L; é possível que este resultado venha de uma influência dos rios de água preta, como também, das grandes extensões de várzeas existentes à margem desse rio, principalmente na região do baixo Purus; a cor aparece 19,00 mg/L e o material húmico com 14,90 mg/L; sílica em forma de silicatos aparece com 6,41 mg/L e o alumínio total com 6,29 mg/L (Figura 46), os quais superam um pouco os valores encontrados no rio Juruá para estes dois elementos.

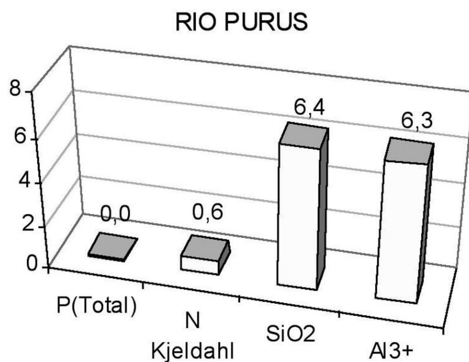


Figura-46. Mostra os valores de fósforo total (Pt), nitrogênio (Nk), silicato (SiO2) e alumínio (Al+3) no rio Purus (SANTOS e RIBEIRO, 1988).

RIO MADEIRA

- Caracterização física

O rio Madeira é o mais importante afluente da margem direita do rio Amazonas (Figura 47), tem um curso de 3.240 km, percorrendo o Estado de Rondônia no sentido sudoeste - norte e trecho do Estrado do Amazonas, desaguando a oeste da ilha Tupinambarana, no rio Amazonas.

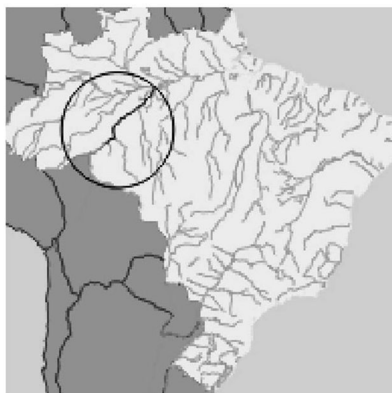


Figura-47. Mapa, mostrando o rio Madeira, (Fonte: AHIMOC - Administração das Hidrovias da Amazônia Ocidental/PETCON - Planejamento em Transporte e Consultoria Ltda, 2002).

O rio Madeira, conforme as características de seus cursos é um rio novo, ainda em formação, classificado como misto, isto é, rio de planalto e planície. Em seu alto curso é rio de planalto, atravessa a Encosta Setentrional do Planalto Brasileiro, formando numerosas corredeiras e cachoeiras em conseqüência do afloramento de rochas cristalinas, das quais destacam-se as cachoeiras de Santo Antônio, Teotônio, Morrinho, Jirau, Caldeirão do Inferno, Misericórdia e Ribeirão. Após percorrer esse trecho de planalto cristalino, penetra na planície amazônica a 7 quilômetros acima da cidade de Porto Velho, passando a ser um rio de planície francamente navegável até a sua foz na margem direita do rio Amazonas.

O rio Madeira é navegável desde sua foz, no rio Amazonas, até a cidade de Porto Velho, num estirão de 1.056 km. Sua largura varia de 440 a 9.900 metros na foz. No período de cheias, a profundidade pode ser superior a 13,0 m e no de estiagem reduz-se a 2,80 m. Permitindo, na cheia, a navegação de navios de grande calado, inclusive oceânicos, até a cidade de Porto Velho. A falta de manutenção e a própria

mudança dos canais de navegação muito influenciam a situação de navegabilidade do rio Madeira. No período da enchente suas águas inundam as florestas adjacentes alagando dezenas de quilômetros de ambas as margens.

- Aspectos hidroquímicos

A figura 48 mostra que o rio Madeira apresenta pH 6,74 e uma condutibilidade elétrica de 56,8 µS/cm; a média dos cátions foi de 4,96 mg/L, a predominância é do cálcio com 7,83 mg/L (Figura 49); a média dos ânions foi de 2,52 mg/L, tendo o sulfato como predominante com 4,05 mg/L; a concentração de ferro total 2,98 mg/l e manganês 0,06 mg/L (Figura 50); seguem as mesmas condições os rios de água barrenta; já o fósforo total aparece com uma pequena concentração de 0,09 mg/L, o que demonstra ser este elemento o mais deficitário nas águas da Amazônia; as concentrações de nitrogênio de Kjeldahl de 0,74 mg/L (Figura 51); a concentração de cor aparece com 18,00 mg/Pt/L e o material húmico 11,65 mg/L são resultados considerados baixos em relação a outros rios; a sílica em forma de silicato foi de 5,60 mg/L e o alumínio total 6,49 mg/L, estes resultados são semelhantes aos de outros rios de água barrenta.

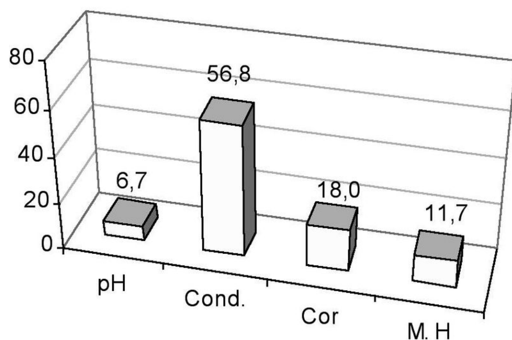


Figura-48. Mostra os valores de pH, condutividade elétrica (μS/cm), cor (mg/Pt/L) e material húmico (M.H) no rio Madeira (SANTOS e RIBEIRO, 1988).

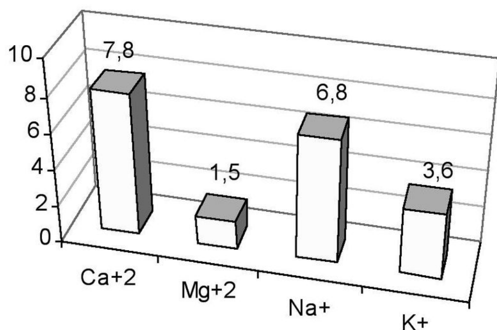


Figura-49. Mostra os valores de cálcio (Ca+2), magnésio (Mg+2), sódio (N+) e potássio (K+) no rio Madeira (SANTOS e RIBEIRO, 1988).

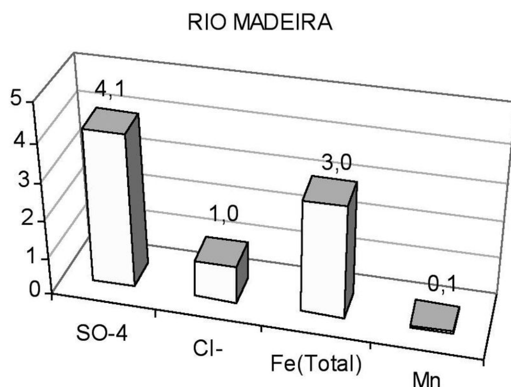


Figura-50. Mostra os valores de sulfato (SO4-), cloreto (Cl-), ferro total (Fe) e manganês (Mn) no rio Madeira (SANTOS e RIBEIRO, 1988).

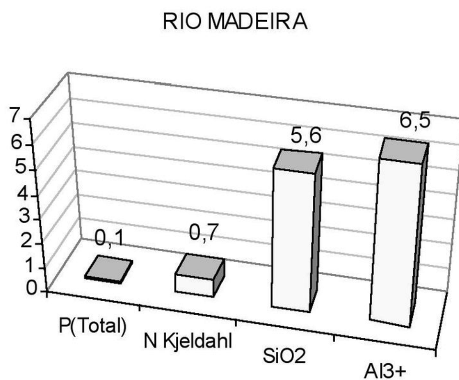


Figura-51. Mostra os valores de fósforo total (Pt), nitrogênio (Nk), silicato (SiO2) e alumínio (Al+3) no rio Madeira (SANTOS e RIBEIRO, 1988).

RIO MANACAPURU

- Caracterização física

Afluente da margem esquerda do rio Solimões, é um rio de água branca, bastante piscoso, drena o município de Manacapuru, palavra indígena, formada de Manacá e Puru. A primeira vem de uma planta brasileira e, em tupi, significa Flor. A segunda, puru, da mesma origem, quer dizer, enfeitado. Em função disso, Manacapuru, na língua indígena tupi, quer dizer "Flor Matizada". Sua confluência com o rio Amazonas fica distante de Manaus 68 km em linha reta - 88 km por via fluvial e 86 km por rodovia; 34 metros acima do nível do mar.



Figura-52. Rio Manacapuru, fotografado por Vânia Neu em julho de 2005.

Em sua margem esquerda fica a Cachoeira do Ubim, distante 40 km da sede do município. Associado ao rio também existem vários lagos, como o Lago Cajazeiras e Lago Manacapuru.

A cidade de Manacapuru originou-se de uma aldeia de índios Muras, fundada a 15.02.1786, após a pacificação dos índios. Os Muras descendentes das tribos Tupi, aos poucos foram tendo sua população reduzida, devido aos ardorosos combates travados com as expedições portuguesas. Este fato aliado a outros, levaram o grupo a migrar. Passaram por localidades como Conceição e Pesqueiro, até se estabelecerem na Feitoria de Pesca, localizada no Rio Manacapuru. Ali não ficaram muito tempo e foram obrigados a subir até a foz do lago Manacapuru, a 14 léguas da foz do Rio Solimões.

- Aspectos hidroquímicos

O pH do rio Manacapuru mostrou-se ácido, e a condutibilidade elétrica foi inferior a 25,0 µS/cm (Figura 53). Esses valores indicam que o mesmo é pobre em nutriente. Segundo SANTOS e RIBEIRO (1988), a provável explicação pode ser a entrada do rio Negro, que contribui com suas águas pretas ácidas e desmineralizadas; a média dos cátions foi de 1,25 mg/L, a predominância é do cálcio com 0,9 mg/L (Figura 54); a média dos ânions é de 1,30 mg/l, e o sulfato aparece com a maior concentração 2,25 mg/L (Figura 55).

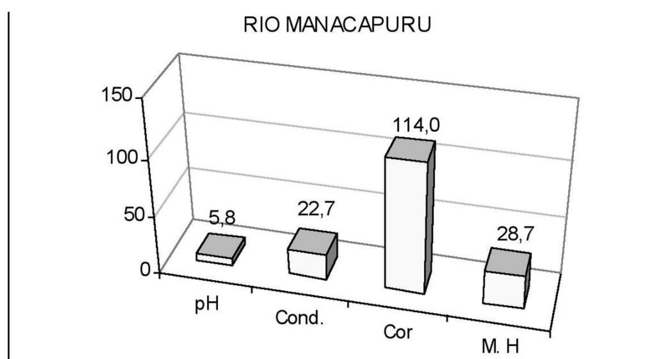


Figura-53. Mostra os valores de pH, condutividade elétrica (µS/cm), cor (mg/Pt/L) e material húmico (M.H) no rio Manacapuru (SANTOS e RIBEIRO, 1988).

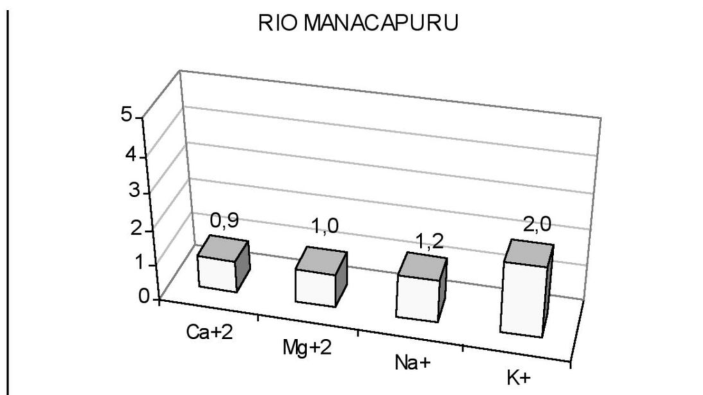


Figura-54. Mostra os valores de cálcio (Ca+2), magnésio (Mg+2), sódio (N+) e potássio (K+) no rio Manacapuru (SANTOS e RIBEIRO, 1988).

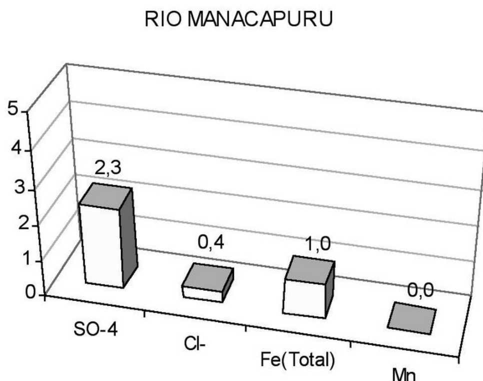


Figura-55. Mostra os valores de sulfato (SO4-), cloreto (Cl-), ferro total (Fe) e manganês (Mn) no rio Manacapuru (SANTOS e RIBEIRO, 1988).

Os resultados de manganês foram de 0,96 mg/L, geralmente nas águas da Amazônia quanto maior a concentração de ferro, maior é a de manganês e vive-versa (Figura 55); nesta coleta segundo SANTOS e RIBEIRO (1988), o manganês esteve abaixo do limite de detecção do método (< 0,001); o fósforo total aparece com um valor reduzido, apenas

de 0,01 mg/L, resultados semelhantes foram encontrados por LEENHERR (1980). A sílica em forma de silicatos aparece com 10,61 mg/L e o alumínio total com 2,12 mg/L (Figura 56).

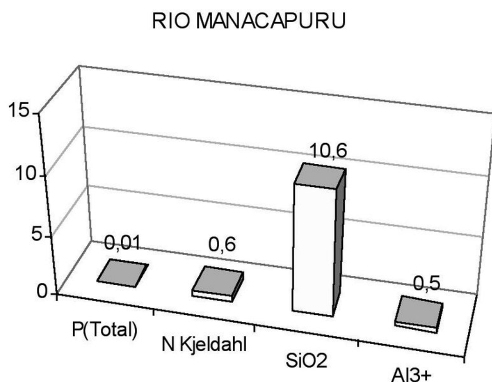


Figura-56. Mostra os valores de fósforo total (Pt), nitrogênio (Nk), silicato (SiO_2) e alumínio (Al^{+3}) no rio Manacapuru (SANTOS e RIBEIRO, 1988).

RIO NEGRO

Afluente da margem esquerda (Figura 57), nasce na Colômbia sob a denominação de Guainia, na serra do Junai. A extensão total de seu curso é de cerca de 1.700 Km, dos quais, aproximadamente 1.200 Km, corre em território brasileiro. A bacia do rio Negro tem forma bastante irregular, com uma ramificação para sudeste (no sentido do seu afluente Branco). Dentro do território brasileiro, pode-se dividir o percurso do rio Negro, em trechos diferenciados de navegação, devido às suas características físicas.

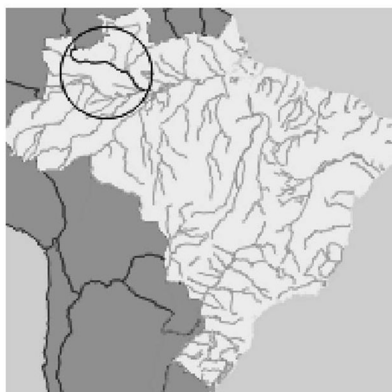


Figura-57. Mapa, mostrando o rio Negro, (Fonte: AHIMOC - Administração das Hidrovias da Amazônia Ocidental/PETCON - Planejamento em Transporte e Consultoria Ltda, 2002).

O primeiro deles, da foz, no Amazonas, até as proximidades da cidade de Novo Airão, conta com 249 Km de extensão. Neste trecho, o rio varia muito de largura, tendo 24 Km junto ao arquipélago de Anavilhanas (maior arquipélago fluvial do mundo), 2 Km, aproximadamente, na cidade de Manaus e atingindo valores da ordem de 3 Km, na confluência com o rio Solimões. Apresenta inúmeras ilhas, nesta parte, havendo também várias passagens possíveis para a navegação. O trecho seguinte, compreendido entre a cidade de Novo Airão e a barra do rio Branco, conta com 100 Km, aproximadamente. O rio corre num leito mais regular e não apresenta problemas de navegabilidade para práticos experimentados. O terceiro trecho estende-se, entre a barra do rio Branco e a Vila Tapuruquara, com cerca de 452 Km de extensão. A largura do rio também é irregular, havendo grande variação de profundidades. À montante da e Tupuruquara inicia-se o trecho do rio que se caracteriza por apresentar corredeiras e cachoeiras. A declividade geral do rio Negro até onde ele apresenta características típicas do rio de planície, ou

seja, da sua foz, no Amazonas, até a barra do Curicuari (Km 955), é de 3 cm/Km, logo abaixo de Manaus.

- Aspectos hidroquímicos

A figura 58 mostra os valores de pH, condutividade, cor e turbidez. As águas do rio Negro são bastante ácidas (pH < 5) e pouco ionizadas, como se observa pela baixa condutividade; a cor e a concentração de material húmico é alta, o que explica a sua coloração negra. O valor médio dos cátions foi de 0,72 mg/L, esses valores indicam que esse rio é pobre em sais dissolvidos, principalmente quanto a cálcio e magnésio, com predominância para o potássio (Figura 59).

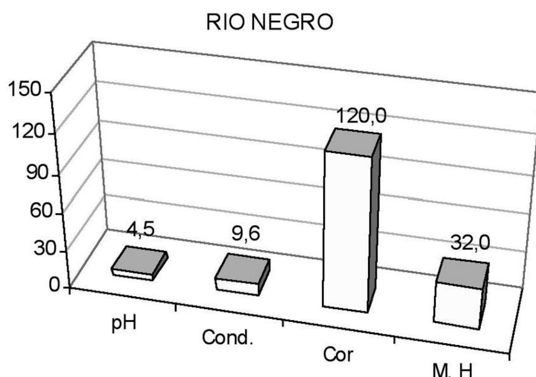


Figura-58. Mostra os valores de pH, condutividade elétrica (μS/cm), cor (mg/Pt/L) e material húmico (M.H) no rio Negro (SANTOS e RIBEIRO, 1988).

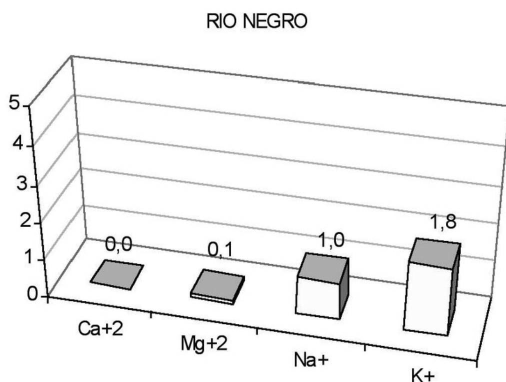


Figura-59. Mostra os valores de cálcio (Ca+2), magnésio (Mg+2), sódio (N+) e potássio (K+) no rio Negro (SANTOS e RIBEIRO, 1988).

A média de ânions foi de 1,62 mg/L, com predominância de sulfato e ausência de magnésio. Na amostra coletada também não foi detectada a presença de fósforo e foram baixas as concentrações de nitrogênio de Kjeldahl, e de sílica em forma de silicatos. Os valores registrados representam bem a pobreza química dos solos por onde as águas correm (Figuras 60 e 61).

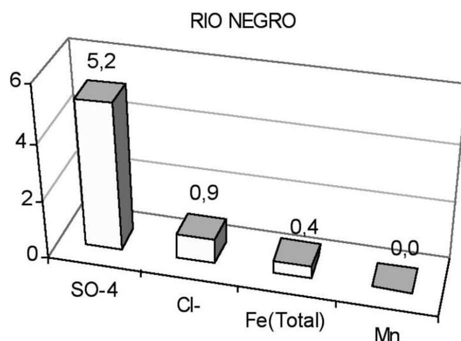


Figura-60. Mostra os valores de sulfato (SO4-), cloreto (Cl-), ferro total (Fe) e manganês (Mn) no rio Negro (SANTOS e RIBEIRO, 1988).

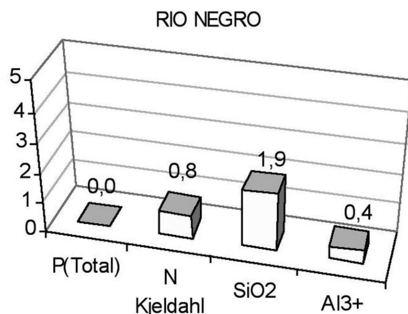


Figura-61. Mostra os valores de fósforo total (Pt), nitrogênio (Nk), silicato (SiO2) e alumínio (Al+3) no rio Negro (SANTOS e RIBEIRO, 1988).

RIO PRETO DA EVA

- Caracterização física

Pequeno afluente da margem esquerda (Figura 62), é um rio de água preta e sua foz fica a 110 Km da confluência dos rios Negro e Solimões. Sua foz está ligada a um pequeno paraná (canal natural) de nome Paraná do Rio Preto da Eva. Esse rio originou o nome do município onde fica sua área de drenagem, desembocando no Paraná da Eva. O município de Rio Preto da Eva é dos poucos municípios do pólo de ecoturismo do estado do Amazonas que estão fora da influência direta dos três grandes rios amazonenses (os outros são Autazes, Careiro e Presidente Figueiredo).

O rio Preto da Eva deságua no Amazonas 110 Km após a confluência com do Negro com o Solimões. Como os demais rios, possui várias nascentes. Uma delas fica na estrada ZF-3 (ramal da BR-174, que liga Manaus a Boa Vista), onde, até o final da década de 1990, havia um alojamento de apoio para

os trabalhadores das obras mais no interior do ramal. Até o ano de 2001, PASCOALOTO (2002) observou que as águas desse igarapé conservavam características de ambiente natural, entretanto na calha principal do rio já se observava indícios de alteração na composição química da água (CUNHA e BRINGEL, 2003).



Figura-62. Rio Preto da Eva, AM 010, fotografado por Sérgio Bringel em junho de 2005.

As principais atividades desenvolvidas em sua região são agricultura, pecuária, pesca, avicultura e extrativismo vegetal, que, direta ou indiretamente, acabam influenciando na qualidade dos recursos hídricos. No município de Rio Preto da Eva estão sendo desenvolvidos cultivos de pupunha, além das plantações tradicionais de banana e, principalmente, laranja.

O rio Preto da Eva é utilizado para locomoção (existem dezenas de pequenas embarcações trafegando por ele diariamente) e a população local ainda utiliza suas águas para lazer e higiene.

- Aspectos hidroquímicos

Conforme mostra a figura 63, as águas do rio Preto da Eva são características dos rios de água preta que nascem na Amazônia Central: acidez elevada (pH < 5) e baixa condutividade. As águas apresentaram alta concentração de cor e pouca quantidade de material húmico.

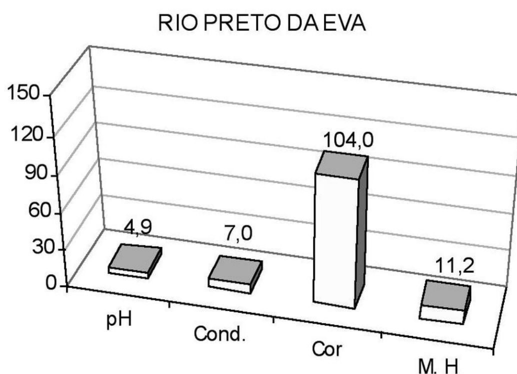


Figura-63. Mostra os valores de pH, condutividade elétrica (μS/cm), cor (mg/Pt/L) e material húmico (M.H) no rio Preto da Eva (SANTOS e RIBEIRO, 1988).

Característica observada também em outras ocasiões, nessa amostra os cátions estiveram praticamente ausentes. Seu valor médio foi de 0,05 mg/L e os íons cálcio e magnésio estiveram abaixo do limite de detecção do método (Figura 64).

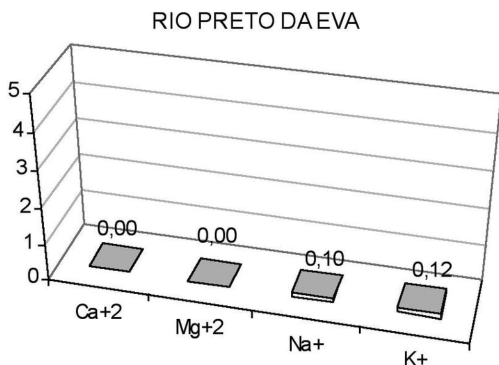


Figura-64. Mostra os valores de cálcio (Ca+2), magnésio (Mg+2), sódio (N+) e potássio (K+) no rio Preto da Eva (SANTOS e RIBEIRO, 1988). Suas águas também apresentaram baixa concentração de ânions, cujo valor médio foi de 0,87 mg/L, com predominância de sulfato (Figura 65).

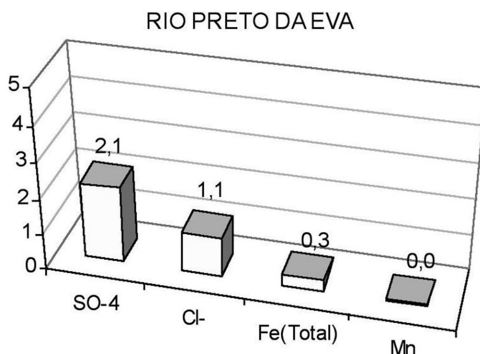


Figura-65. Mostra os valores de sulfato (SO4-), cloreto (Cl-), ferro total (Fe) e manganês (Mn) no rio Preto da Eva (SANTOS e RIBEIRO, 1988).

Segundo SANTOS e RIBEIRO (1988), não foi detectada a presença de fósforo nessa amostra. As águas apresentaram baixa concentração de sílica em forma de silicatos e menos de 0,5 mg/L de nitrogênio de Kjeldahl e de alumínio. (Figura 66). Segundo os autores as águas desse rio contribuem, ainda que

levemente, para retardar a diluição da água do canal principal (rio Amazonas) pela entrada dos rios de água preta.

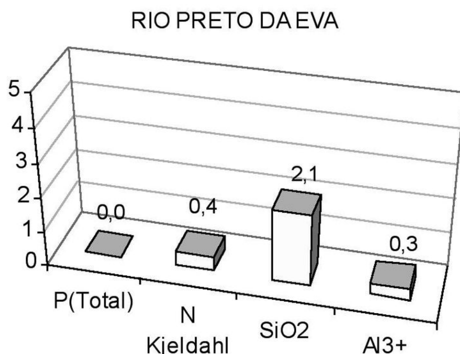


Figura-66. Mostra os valores de fósforo total (Pt), nitrogênio (Nk), silicato (SiO2) e alumínio (Al+3) no rio Preto da Eva (SANTOS e RIBEIRO, 1988).

RIO URUBU

- Caracterização física

Rio de água preta, afluente da margem esquerda do rio Amazonas (Figura 67), sua foz fica próxima ao Paraná de Silves (Paraná são canais os quais podem ser navegáveis durante todo o anos, dependendo da seca). Sua bacia inclui os igarapés do município de Presidente Figueiredo, a "Terra das Cachoeiras", um dos principais pólos de ecoturismo do estado do Amazonas, além de cursos d'água de outros municípios, como Rio Preto da Eva e Itacoatiara.



Figura-67. Rio Urubu, BR 174, fotografado por Sérgio Bringel em junho de 2005.

Em sua margem direita, ligeiramente abaixo do rio Caru e de um igarapé também afluente do rio Urubu pela esquerda existe um sítio arqueológico que pertence a um grande latifúndio, a Fazenda Santa Bárbara. Na estação experimental do Rio Urubu (EERU-Embrapa), no município de Rio Preto da Eva, existe plantação de dendê.

Ao longo de seu curso existem várias cachoeiras, como as da Pedra da Lua Branca e Natal, em Presidente Figueiredo. O acesso é por barco a partir da ponte do rio Urubu. Em suas margens, no município de Presidente Figueiredo, também fica a Caverna das Araras.

Suas margens são um dos limites de duas terras indígenas destinadas à posse permanente do grupo indígena Mura: a Terra Indígena denominada Rio Urubu, com superfície de vinte e sete mil, trezentos e cinqüenta e quatro hectares, noventa e um ares e dezoito centiares e perímetro de cento e vinte e dois mil, quatrocentos e oitenta e cinco metros e quinze centímetros, situada no Município de Itacoatiara, Estado do Amazonas; e a Terra Indígena Paraná do Arautó, com superfície de cinco mil, novecentos e quinze hectares,

quarenta e quatro ares e cinqüenta centiares e perímetro de quarenta e dois mil, seiscentos e vinte e dois metros e vinte e sete centímetros, situada no Município de Itacoatiara, Estado do Amazonas.

- Aspectos hidroquímicos

Característico dos rios de água preta, possui água ácida, pobre em eletrólitos e rica em concentrações de substâncias coloridas e de material húmico (Figura 68).

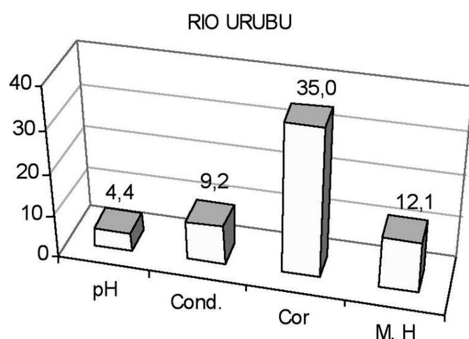


Figura-68. Mostra os valores de pH, condutividade elétrica (μS/cm), cor (mg/Pt/L) e material húmico (M.H) no rio Urubu (SANTOS e RIBEIRO, 1988).

Pobre em eletrólitos, a média dos cátions foi de apenas 0,21 mg/l; com predominância do sódio (Figura 69); a média dos ânions foi de 2.40 mg/ 1, sendo que a maior concentração foi observada para o sulfato (Figura 70).

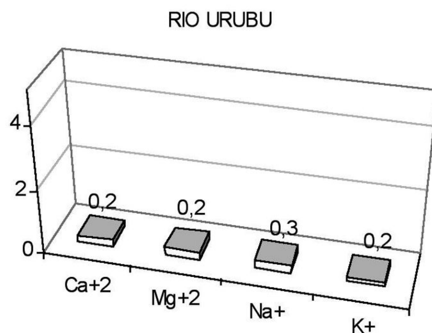


Figura-69. Mostra os valores de cálcio (Ca+2), magnésio (Mg+2), sódio (N+) e potássio (K+) no rio Urubu (SANTOS e RIBEIRO, 1988).

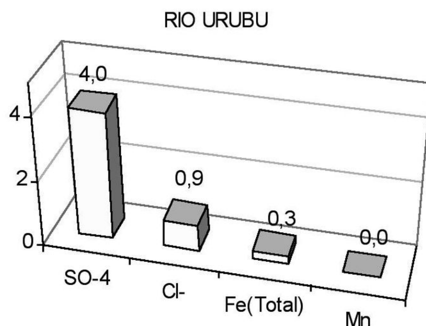


Figura-70. Mostra os valores de sulfato (SO4-), cloreto (Cl-), ferro total (Fe) e manganês (Mn) no rio Urubu (SANTOS e RIBEIRO, 1988).

Segundo SANTOS e RIBEIRO (1988), na amostra coletada não foi detectada a presença de fósforo. O nitrogênio de Kjeldahl apresentou valor semelhante aos dos outros rios de água preta (Figura 71). As concentrações encontradas de sílica em forma de silicatos e alumínio total indicam que este rio é proveniente de charcos alagadiços.

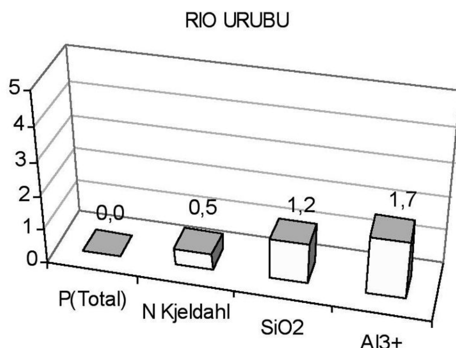


Figura-71. Mostra os valores de fósforo total (Pt), nitrogênio (Nk), silicato (SiO2) e alumínio (Al+3) no rio Urubu (SANTOS e RIBEIRO, 1988).

MAUÉS-AÇÚ

- Caracterização física

A bacia do rio Parauari/Maués-Açu cobre aproximadamente 25.000 k², tem como principal formador o rio Parauari, com aproximadamente 450 km de extensão, localizado próximos 3° 40' ao sul. Esse rio possui leito estável e de fraca erosão com predominância de siltes, devido ao fato de sua cabeceira localizar-se em uma região geológica pré-cambriana, da parte norte do Escudo Brasileiro. Atravessa formações do Paleozóico, e relevo levemente ondulado, com escarpas, principalmente na cabeceira do rio. Na região dessa bacia, afloram ocasionalmente, algumas rochas carbonatadas. Após a foz do rio Urupadi, no local denominado Repartimento, esse rio passa a chamar-se Maués-Açu até ao Paraná do Urariá, onde finda a bacia. Essa bacia recebe contribuições de vários afluentes, tais como dos rios Nambi, Amaná e Urupadi.

Maués situa-se na 8ª Região do Estado do Amazonas - Médio Amazonas - na área leste do estado (Figura 72), entre os rios Madeira e Tapajós. A sede do município está localizada numa área de terra firme, banhada pelas águas do rio Maués-Açu, e o local é bastante procurado por turistas devido ao grande número de praias de água doce que existem no município.



Figura-72. Rio Maués-Açu, fotografado por Márcio Luis da Silva

Uma das atrações turísticas é o encontro das águas, que ocorre em frente à cidade, onde as águas esbranquiçadas do Paraná do Urariá com as águas de tonalidade quase negras do rio Maués-Açú, denominado Rio Preto, principal rio do município.

- Aspectos hidroquímicos

Segundo BRINGEL et al. (1984), os resultados do pH mostraram uma relação entre precipitação e volume de água.

Quando o rio atingia maiores níveis de água, menores eram os valores de pH, quanto os níveis eram menores, maiores eram os valores de pH. O valor médio de pH oscilou entre 4,8 a 5,9 para quatro excursões em diferentes épocas do ano.

SIOLI (1956b), BRINKMANN e SANTOS (1973) afirmam que os conteúdos de cálcio e magnésio, nas regiões terciárias da Amazônia Central, são relativamente baixos. Esses íons geralmente seriam provenientes da lavagem das folhas, caule e tronco, pelas águas da chuva. A média de cátions (valor médio obtido por BRINGEL et al., supr. cit.) foi 0,39 mg/L, com predominância do magnésio (Figura 73), entre os ânions a predominância foi do cloro (1,13 mg/L).

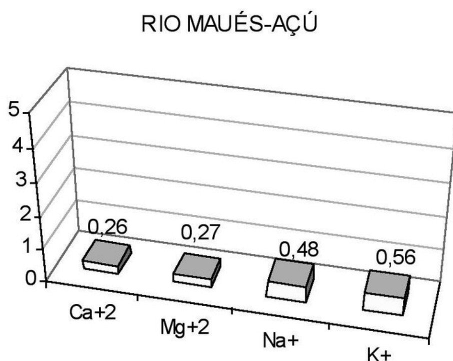


Figura-73. Mostra os valores de cálcio (Ca+2), magnésio (Mg+2), sódio (N+) e potássio (K+) no rio Maués-Açu (BRINGEL et al. 1984).

O cloro na forma de cloreto é introduzido nos sistemas de drenagem pelas águas das chuvas, pela remineralização das substâncias das florestas, e ainda pela possível ocorrência de depósitos salgema na região. Conforme a média encontrada por BRINGEL et. al. (1984), o cloro apresentou

1,33 mg/L, amostra essa coletada no pico da enchente (Figura 74). Portanto, os autores atribuem a diluição do cloro pelas águas da chuva. Segundo os mesmos autores, o ferro e o manganês não mostraram qualquer relação com a precipitação. No entanto, provavelmente os valores encontrados (0,31 e 0,30 mg/L, respectivamente), podem ser introduzidos no meio ambiente pelas lavagens que o solo sofre devido às altas taxas da pluviometria na região (2.767 mm/ano).

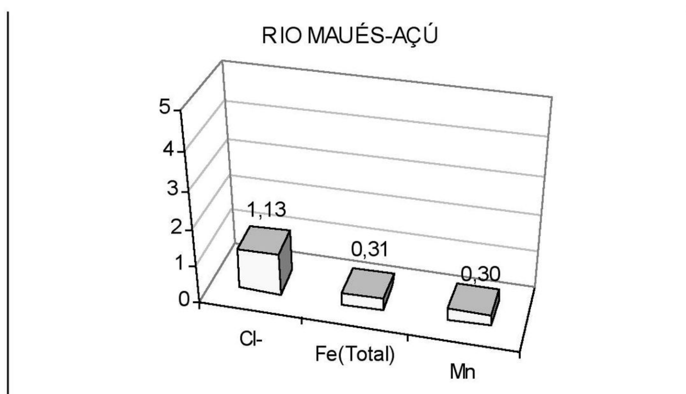


Figura-74. Mostra os valores de cloreto (Cl-), ferro total (Fe) e manganês (Mn) no rio Maués-Açu (BRINGEL et al. 1984).

RIO UATUMÃ

- Caracterização física

Afluente da margem esquerda do rio Amazonas (Figura 75), seu curso acompanha a direção geral norte-sul que caracteriza a drenagem dos afluentes da margem norte do

Amazonas. Suas nascentes situam-se na divisa entre os estados do Amazonas e Roraima, nas encostas do maciço das Guianas.

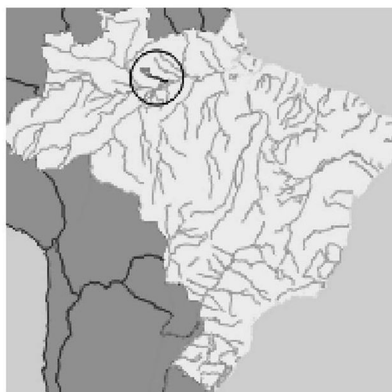


Figura-75. Mapa, mostrando o rio Uatumã, (Fonte: AHIMOC - Administração das Hidrovias da Amazônia Ocidental/PETCON - Planejamento em Transporte e Consultoria Ltda, 2002).

O rio Uatumã tornou-se importante em razão de ter sido escolhido para sediar a barragem de Balbina, hidrelétrica que iria garantir energia elétrica para a cidade de Manaus, capital do estado do Amazonas. Em virtude de Manaus estar situada no centro de uma planície sem muitas opções de sítios com boas condições de se construir barragens, o rio Uatumã foi eleito, muito mais por ficar perto da cidade do que por suas condições morfológicas garantidoras de uma boa represa. Os resultados finais da escolha não foram satisfatórios e a usina não garante nem 50% da energia consumida pela cidade.

A represa de Balbina fica a alguns quilômetros da Cachoeira Morena e a 145 quilômetros de Manaus. A represa consiste num lago de aproximadamente 2.380 quilômetros quadrados onde está instalada uma hidrelétrica com uma

capacidade instalada de 250 Megawatts. Existem também vários outros lagos associados a esse rio, como o Lago Praia Grande, Lago Tucumandatuba e o Lago Jatuarama, bastante procurados para pesca.

Dentre as comunidades indígenas, a mais importante é a Waimiri-Atroari, cuja reserva teve, na década de 1970, uma grande extensão do seu território (526.800 ha) inundado pelo fechamento das comportas da Usina hidrelétrica de Balbina, de forma de que cerca de um terço da população teve que ser deslocada para outras partes da reserva. Atualmente cerca de 311 km^2 da área inundada estão dentro do terrritörio que foi demarcado para os Waimiri-Atroari em 1981.

Na região drenada pelo rio existem vários sítios arqueológicos, incluindo 11 localizados nos municípios de Urucará (AM) e 3 em Urucará (PA). Em seu alto vale, a companhia de mineração Paranapanema estruturou um grande projeto de extração de cassiterita (minério de estanho), considerado como um dos mais rentáveis do mundo, em virtude do alto grau de pureza do mineral extraível.

Também em sua região fica a Reserva Biológica de Uatumã, cuja unidade foi criada para preservar a diversidade biológica do ecossistema de Floresta Tropical Densa da bacia do rio Uatumã/Jatapu e os ecossistemas lacustre e insular formados com o barramento do rio Uatumã e proteger espécies endêmicas, raras, vulneráveis ou ameaçadas de extinção.

O rio Uatumã é conhecido pela ocorrência de grandes tucunarés. Na bacia do Uatumã também existem cinco espécies de mamíferos aquáticos: o peixe-boi da Amazônia (*Trichecus inunguis*), o boto vermelho (*Inia geoffrensis*), o boto tucuxi (*Sotalia fluviatilis*), a ariranha (*Pteronura brasiliensis*) e a lontra (*Lutra longicaudis*).

- Aspectos hidroquímicos

Suas águas são ácidas, pobres em eletrólitos com concentração elevada de substâncias coloridas e ricas em material húmico, características de rios de água preta (Figura 76). Pobre em eletrólitos, a média dos cátions é de 0,57 mg/l; com predominância do sódio (Figura 77).

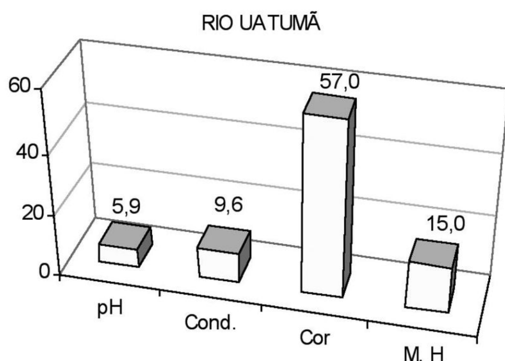


Figura-76. Mostra os valores de pH, condutividade elétrica (μS/cm), cor (mg/Pt/L) e material húmico (M.H) no rio Uatumã (SANTOS e RIBEIRO, 1988).

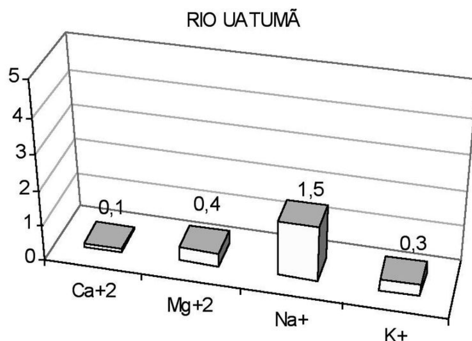


Figura-77. Mostra os valores de cálcio (Ca+2), magnésio (Mg+2), sódio (N+) e potássio (K+) no rio Uatumã (SANTOS e RIBEIRO, 1988).

Segundo SANTOS e RIBEIRO (1988), na amostra coletada não foi detectada a presença de fósforo. As concentrações de nitrogênio de Kjeldah, sílica em forma de silicatos e alumínio foram baixas, mas dentro dos limites registrados para rios de água preta (Figura 78).

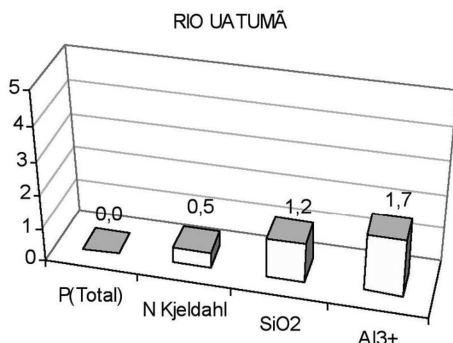


Figura-78. Mostra os valores de fósforo total (Pt), nitrogênio (Nk), silicato (SiO2) e alumínio (Al+3) no rio Uatumã (SANTOS e RIBEIRO, 1988).

Na Figura 79, se observa a média dos ânions (1,57 mg/L), com predominância do sulfato, a concentração de manganês se apresenta abaixo do limite de detecção de método (< 0,001).

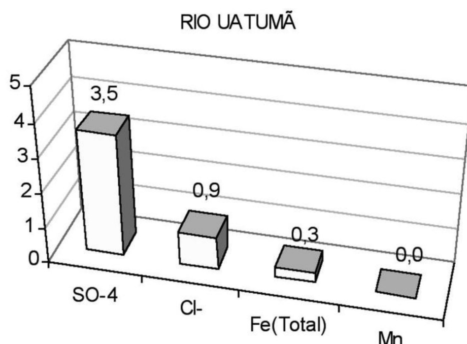


Figura-79. Mostra os valores de sulfato (SO4-), cloreto (Cl-), ferro total (Fe) e manganês (Mn) no rio Uatumã (SANTOS e RIBEIRO, 1988).

Assim como ocorreu nas amostras coletas em vários outros rios de água preta, entre o período de setembro de 1984 a outubro de 1985, na amostra do rio Uatumã não foi detectada a presença de fósforo. O nitrogênio de Kjeldahl e o alumínio total estiveram em baixa concentração (< 1 mg/L) e a sílica em forma de silicato apresentou concentração inferior a 3,0 mg/L (Figura 80).

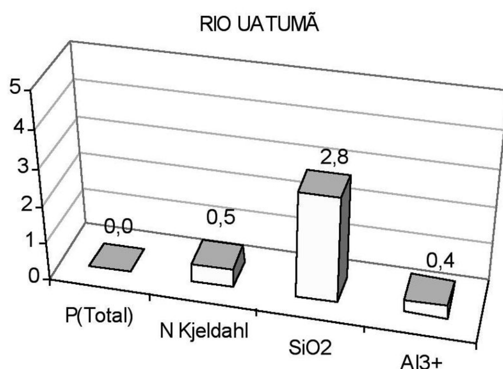


Figura-80. Mostra os valores de fósforo total (Pt), nitrogênio (Nk), silicato (SiO_2) e alumínio (Al^{+3}) no rio Uatumã (SANTOS e RIBEIRO, 1988).

RIO NHAMUNDÁ

- Caracterização física

Também conhecido por Jamundá ou Cumuri, é afluente da margem esquerda do Amazonas (Figura 81). Divide os Estados do Pará e do Amazonas. Nasce na Serra de Acaraí, descendo primeiro na direção Norte-Sul para depois mudar o

rumo de Noroeste para Sudeste. No curso superior forma várias cachoeira, para depois entrar num vale longo e plano.



Figura-81. Rio Nhamundá. Disponível em: <http://www.vsp.com.br/cidades/mna/images/galeria_fotos/8,p.jpg>. Acesso em 15 ago. 2005

Durante o trajeto passa por inúmeras ilhas, num trecho que atinge cerca de 200m de largura. No curso inferior suas margens ficam bastante elevadas. Abaixo da confluência com o Rio Paracutu, atinge uma largura considerável, formando um lago que ultrapassa 40 km de comprimento e 4 km de largura. O Nhamundá tem seu leito arenoso e águas claras. Seus principais afluentes da margem esquerda é o Rio Paraná - Pitinga, onde há inúmeras cachoeiras. Deságua no rio Amazonas, através do Paraná do Bom Jardim, na direção Leste e do Paraná do Aduacá, na direção Oeste. Sua vazão, na foz, chega a $1000m^3/s$.

A sub-bacia hidrográfica do rio Nhamundá, está inserida nos municípios de Faro e Terra Santa. As principais drenagens que compõe esta sub-bacia são os rios Robaço, Igarapés Grande e Pitinga. Esse rio, que banha as terras do

município a quem empresta o nome, é o celebre rio em cuja foz, em 1541, deu-se o tão propalado encontro de Francisco Orellana e seu pessoal com as mulheres guerreiras, a quem o espanhol denominou "Amazonas" e que originou o nome do grande rio.

- Aspectos hidroquímicos

Embora seja considerado um rio de águas claras, o Nhamundá apresentou algumas características semelhantes àquelas observadas em rios de água preta: pH bastante ácido (< 5) e pobreza de eletrólitos (condutividade < 10 µS/cm), mas rica em concentrações de substâncias coloridas e material húmico (Figura 82).

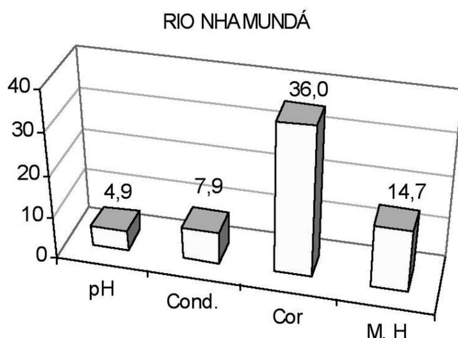


Figura-82. Mostra os valores de pH, condutividade elétrica (µS/cm), cor (mg/Pt/L) e material húmico (M.H) no rio Nhamundá (SANTOS e RIBEIRO, 1988).

A figura 83 mostra água pobre em eletrólitos, a média dos cátions é de 0,45 mg/L; com predominância do potássio e a concentração do cálcio esteve abaixo do nível de detecção do método (< 0,005). A média dos ânions é de 1,45 mg/L, tendo

o sulfato apresentado o maior valor e a concentração de manganês estando abaixo (< 0,001) do nível de detecção do método (Figura 84).

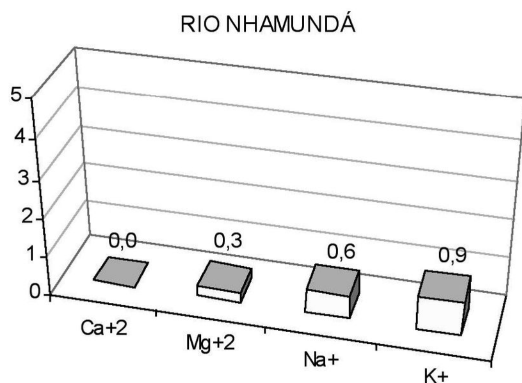


Figura-83. Mostra os valores de cálcio (Ca+2), magnésio (Mg+2), sódio (N+) e potássio (K+) no rio Nhamundá (SANTOS e RIBEIRO, 1988).

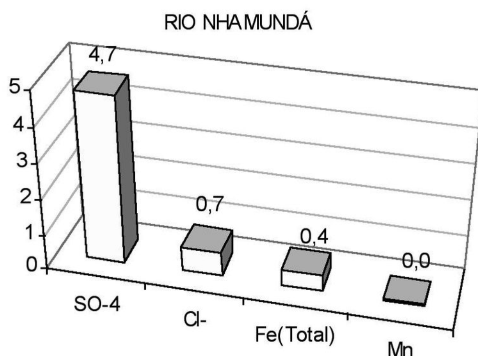


Figura-84. Mostra os valores de sulfato (SO4-), cloreto (Cl-), ferro total (Fe) e manganês (Mn) no rio Nhamundá (SANTOS e RIBEIRO, 1988).

A concentração de silicato esteve acima de 4,0 mg/L e a de alumínio total acima de 2,5 mg/L, entretanto o nitrogênio de Kjeldahl apresentou concentração inferior a 0,5 mg/L e a de fósforo total esteve abaixo do nível de detecção do método (Figura 85).

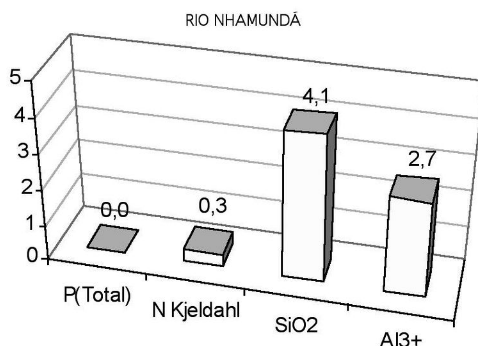


Figura-85. Mostra os valores de fósforo total (Pt), nitrogênio (Nk), silicato (SiO_2) e alumínio (Al^{+3}) no rio Nhamundá (SANTOS e RIBEIRO, 1988).

RIO TROMBETAS

- Caracterização física

O rio Trombetas é um afluente da margem esquerda do Amazonas (Figura 86), nasce ao norte do município de Oriximiná, e tem como formadores os rios Poana e Anamu, este, por sua vez, sendo formado pelos rios Curiau e Maná. O rio Poana tem como seu mais importante afluente, o Cafuini. O Trombetas percorre todo o município, de Norte para o Sul, e inflete-se para o Sudeste. Após passar pela sede do

Município, deságua no rio Amazonas, já próxima à sede de Óbidos e em terras desse município.

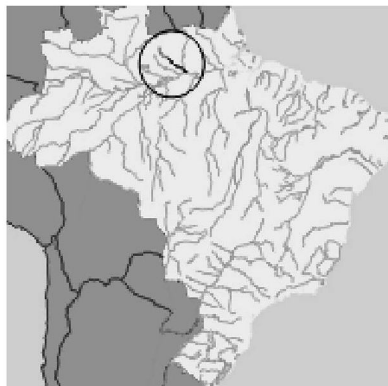


Figura-86. Mapa, mostrando o rio Trombetas, (Fonte: AHIMOC - Administração das Hidrovias da Amazônia Ocidental/PETCON - Planejamento em Transporte e Consultoria Ltda, 2002).

Todo o município de Oriximiná é servido pela rede hidrográfica do Trombetas, que corre, em grande parte, em áreas cristalinas e apresenta uma densidade de drenagem considerável, formando, em todos eles, uma série de cachoeiras e corredeiras que ocorrem no contato cristalino/sedimentar. São afluentes do Trombetas os rios: Turuna, Inambu ou Cachorro e o extenso Mapuera, pela margem direita; pela margem esquerda: o rio Cuminá ou Paru do Oeste ou Erepecuru, que é o afluente mais importante, e que serve de limite natural Leste, entre os Municípios de Oriximiná e Óbidos, pertencendo a Oriximiná seus afluentes pela margem direita

Esse rio apresenta 800 Km de extensão. É navegável por 260 Km, da foz à Cachoeira Porteira e têm como portos principais Oriximiná e Porto Trombetas, sendo que permite

navegação marítima até o Porto de Trombetas. Assim o trecho navegável desse rio pode ser subdividido em dois segmentos. O primeiro vai da foz até Porto Trombetas num estirão de 120 km e profundidade de 10 m nas cheias e de 7 m nas estiagens, que ocorrem no período abril/junho. No segundo, entre Porto Trombetas e Porteira, com 140 km, as profundidades variam entre 4 m e 1,50 m nas águas altas e baixas, respectivamente. Na região Foz/ Oriximiná a mínima chega a 2,1m. Não há maior desenvolvimento da região e a cidade mais importante na hidrovia é Oriximiná (42.000 hab.), km 30.

A navegação pode ser feita com o apoio de cartas de navegação da DHN (Ministério da Marinha). As profundidades, superiores a 10m, foram obtidas com a dragagem de alguns trechos, comportando a navegação de navios marítimos de até 30.000 tpb. De Porto Trombetas até o km 170, a navegabilidade ainda é boa. A navegação é feita até o km 260, na cachoeira da Porteira. Nesses últimos 90km, as profundidades são de 4m nas cheias e de, no mínimo, 1,50m nas estiagens.

A navegação até Porto Trombetas é de interesse para a mineração e transporte da bauxita, que é embarcada nas instalações automatizadas do complexo minerador-portuário privado lá existente. Esse rio, por correr sobre planície, desenvolve meandros e lagos, além de inundar durante as cheias as planícies aluviais que o margeiam. Na Reserva Biológica do Rio Trombetas, que possui 385.000 hectare e está localizada no município de Oriximiná, existem inúmeros lagos, com destaque para o Erepecu e o Jacaré. Na vazante o rio baixa até 7 metros quando então aparecem várias praias fluviais de areia, de grandes extensões, utilizadas (preferencialmente a do Leonardo) principalmente pela tartaruga-da-amazônia, para desova.

Segundo SANTOS e RIBEIRO (1988), a coloração esverdeada no período de vazante do rio deve-se a algas do tipo Cyanophyta e estas devidas em parte a pequenas concentrações de cálcio, como também a pequenas concentrações de substâncias coloridas e material húmico.

- Aspectos hidroquímicos

Segundo dados do HIBAM (campanhas Solimões Amazonas 1998 e 1999) a vazão varia de menos de 500 a quase 2000m^3/s entre a ilha Jacitara e Orixiná, onde o pH é acido (pH > 6) e a condutividade baixa (18 µS/cm).

As águas do rio Trombetas em alguns trechos correm sobre densas campinas, com alguns afloramentos de calcário; assim suas águas são semelhantes as do rio Branco, que é um afluente do rio Negro. Na amostra coletada por SANTOS e RIBEIRO (1988), o pH foi ácido, porém não tanto quanto aquele registrado para os rios de água preta, e a condutividade também foi mais elevada. A concentração de substâncias coloridas foi superior a 30 mg/Pt/L e a de material húmico, próxima a 12 mg/L. (Figura 87).

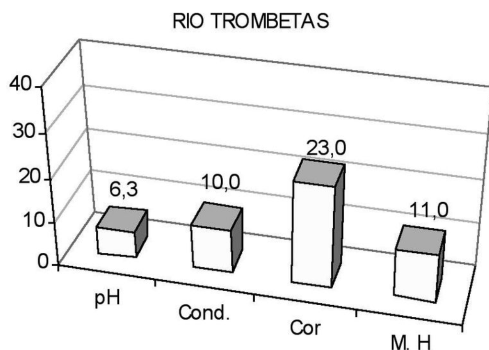


Figura-87. Mostra os valores de pH, condutividade elétrica (μS/cm), cor (mg/Pt/L) e material húmico (M.H) no rio Trombetas (SANTOS e RIBEIRO, 1988).

Suas águas não apresentam concentrações iônicas altas. A média de cátions foi 0,7 mg/L, com predominância de cálcio (Figura 88). A média dos ânions foi 1,05 mg/L, com predominância de sulfato e ausência de manganês (< 0,01 mg/L) (Figura 89).

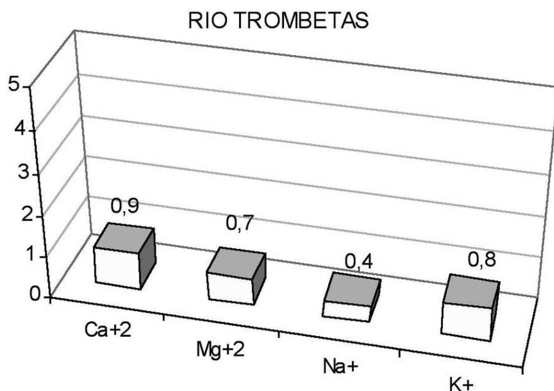


Figura-88. Mostra os valores de cálcio (Ca+2), magnésio (Mg+2), sódio (N+) e potássio (K+) no rio Trombetas (SANTOS e RIBEIRO, 1988).

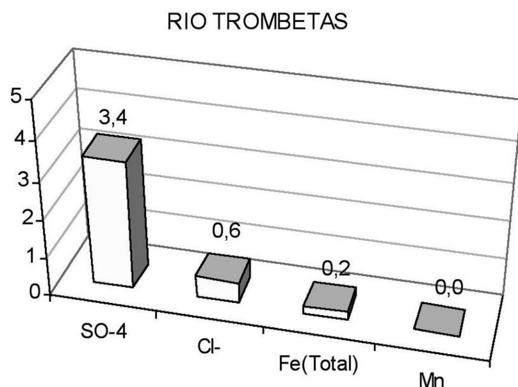


Figura-89. Mostra os valores de sulfato (SO4-), cloreto (Cl-), ferro total (Fe) e manganês (Mn) no rio Trombetas (SANTOS e RIBEIRO, 1988).

Na amostra coletada, não foi detectada a presença de fósforo. As concentrações de nitrogênio de Kjeldahl e de alumínio total foram inferiores a 0,5 mg/L, enquanto a de sílica em forma de silicato foi superior a 4,0 mg/L. (Figura 90).

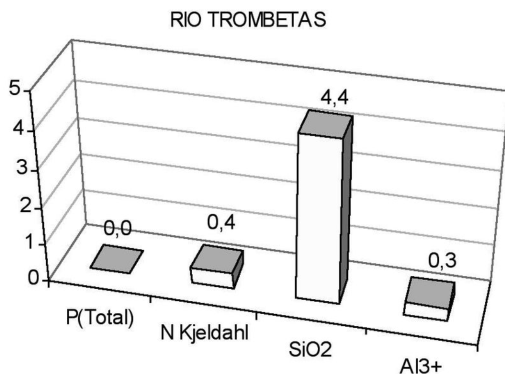


Figura-90. Mostra os valores de fósforo total (Pt), nitrogênio (Nk), silicato (SiO2) e alumínio (Al+3) no rio Trombetas (SANTOS e RIBEIRO, 1988).

RIO TAPAJÓS

- Caracterização física

Afluente da margem direita do rio Amazonas, nasce nas divisas dos Estados do Pará, Amazonas e Mato Grosso (Figura 87). Possui 796 km de extensão (ministério dos transportes). É navegável por 290 Km, da Foz a Itaituba. O período de estiagem ocorre entre os meses de junho e outubro, sua de profundidade mínima é de 1,8 m. Por ele são transportados, principalmente, Madeira e granéis líquidos (inflamáveis), os principais portos são Santarém (PA) e Itaituba (PA).

Em seu baixo curso, a influência da maré provoca oscilações de 0,4m, aproximadamente. No alto Tapajós encontram-se cachoeiras, corredeiras e lajes de pedras parcialmente expostas, além de algumas ilhas. As margens desse rio são um dos limites da Reserva Extrativistas do Arapiuns, nos municípios de Santarém e Aveiro, no Estado do Pará . Em sua região também fica a Floresta Nacional do Tapajós, com área de 650.000 hectares preservada desde 1972.

A bacia do rio Tapajós possui como principais drenagens os rios Tapajós, Rio Claro, Jamaxim, Crepori,Cururu, Mururá, Andirá e rio o Arapium. Essa região inclui os municípios de Itaituba, Rurópolis, Trairão, Aveiro, Juriti, Jacareacanga, Novo Progresso, Belterra e Santarém. ertence à sub-bacia do Tapajós, no estado do Pará. À margem direita do Rio Tapajós, em Santarém, uma larga faixa de areia surge na vazante do rio e revela Alter do Chão: uma praia temporária de água transparente e esverdeada, um dos locais de ecoturismo mais procurados no estado do Pará.

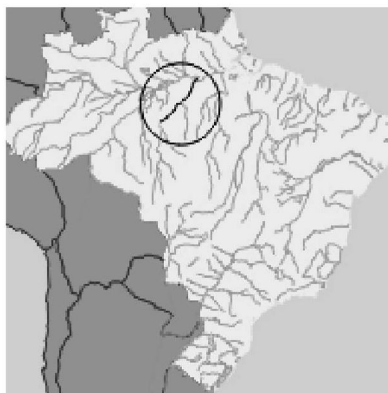


Figura-91. Mapa, mostrando o rio Tapajós, (Fonte: AHIMOC - Administração das Hidrovias da Amazônia Ocidental/PETCON - Planejamento em Transporte e Consultoria Ltda, 2002.

- Aspectos hidroquímicos

Como os demais rios de água, por ter grande volume de água, apresenta cor esverdeada, pouco sedimento "suspenso" e nutrientes, produz águas menos ácidas, dada a ocorrência de pequenos afloramentos de calcário em suas bacias; produzem, na sua maioria algas do tipo Cyanophyta de cor azul-verde, formando bloon de consistência viscosa em vários trechos, sendo a predominância dada a *Anabaena sprroideas* Klebahn; *Microcystis aeruginosa* (Kutz) Kutz; *Microcystis wesenberg* Komaret; *Anabaena hassalu* (Kutz) Wittr. É possível que a coloração esverdeada se deva em parte a esse tipo de algas.

Na amostra coletada por SANTOS e RIBEIRO (1988), o pH mostrou-se ácido, porém maior do que 6,0, a condutividade foi superior a 10 ?S/cm, a cor foi superior a 10 mg/Pt/L e a concentração de material húmico superior a 8,5 mg/L (Figura 92).

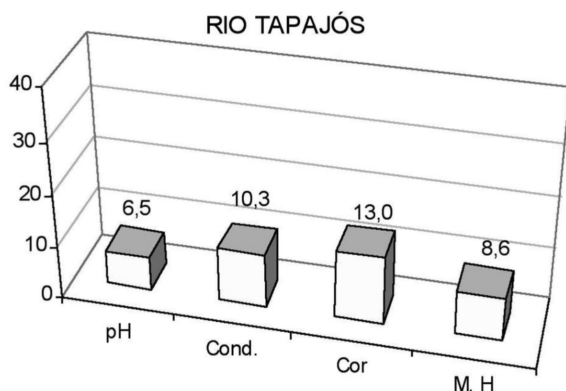


Figura-92. Mostra os valores de pH, condutividade elétrica (μS/cm), cor (mg/Pt/L) e material húmico (M.H) no rio Tapajós (SANTOS e RIBEIRO, 1988).

Suas águas apresentam baixas concentrações iônicas altas. A média de cátions foi 0,65 mg/L, com predominância de cálcio (Figura 93). A média dos ânions foi 0,95 mg/L, com predominância de sulfato (Figura 94).

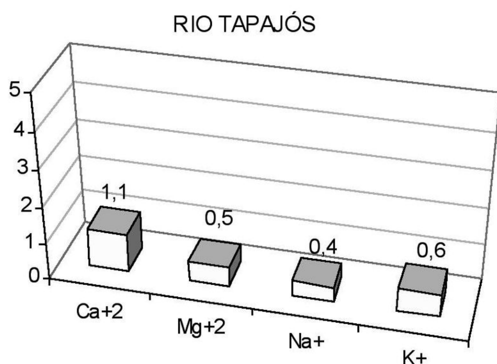


Figura-93. Mostra os valores de cálcio (Ca+2), magnésio (Mg+2), sódio (N+) e potássio (K+) no rio Tapajós (SANTOS e RIBEIRO, 1988).

Na amostra coletada por SANTOS e RIBEIRO (1988), foi detectada pequena quantidade de fósforo (Figura 95). As concentrações de nitrogênio de Kjeldahl e de alumínio total foram superiores àquelas observadas no rio Trombetas, e superiores a 0,5 mg/L e 2,5 mg/L, respectivamente, enquanto a sílica em forma de silicato apresentou valor menor (inferior a 3,5 mg/L).

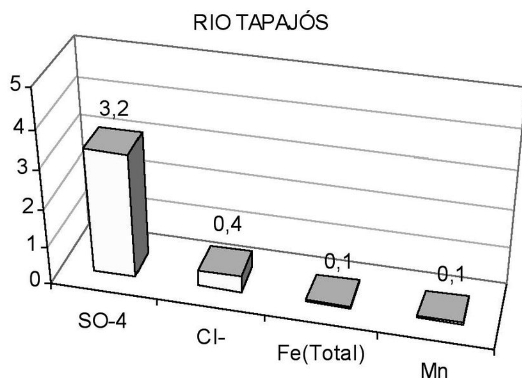


Figura-94. Mostra os valores de sulfato (SO4-), cloreto (Cl-), ferro total (Fe) e manganês (Mn) no rio Tapajós (SANTOS e RIBEIRO, 1988).

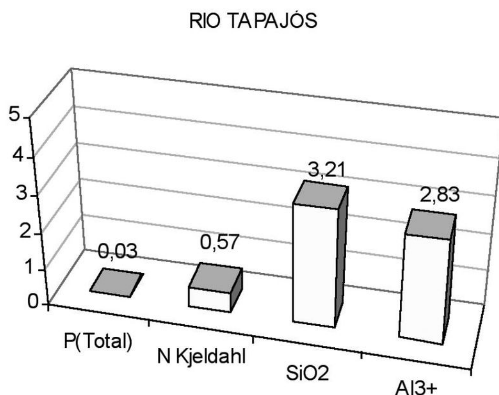


Figura-95. Mostra os valores de fósforo total (Pt), nitrogênio (Nk), silicato (SiO2) e alumínio (Al+3) no rio Tapajós (SANTOS e RIBEIRO, 1988).

RIO CURUÁ-UNA

- Caracterização física

O rio Curuá-Una é um dos principais rios da região do Baixo Amazonas, sendo, segundo Emanuel Júlio Leite, um dos quatro rios mais importantes, depois do rio Tapajós. É um dos rios que drenam a Floresta Nacional do Tapajós, que ocupa a área de 6000.000 há nos municípios de Belterra, Placas, Santarém, Aveiro e Rurópolis, no estado do Pará (Figura 96).



Figura-96. Rio Curuá-Una, fotografado por Stausee Curuá-Una mit der Restvegetation 22 Jahre nach Einstau <http://www.itu107.ut.tu-berlin.de/.../gunkel/gunkel.html> . Acesso em 01 ago. 2005.

A bacia do rio Curuá-Una ocupa a área de 37.323,868 km^2, correspondendo a 3,0% do estado do Pará e está localizada, aproximadamente, entre as coordenadas de 01°50'27" e 04°34'02" de latitude 53°39'06" a 55°07'08" de longitude. Como limites aparecem, ao norte, o rio Amazonas;

ao sul, a bacia do rio Xingu; a leste, a bacia do rio Guajará e a oeste, a bacia do rio Tapajós.

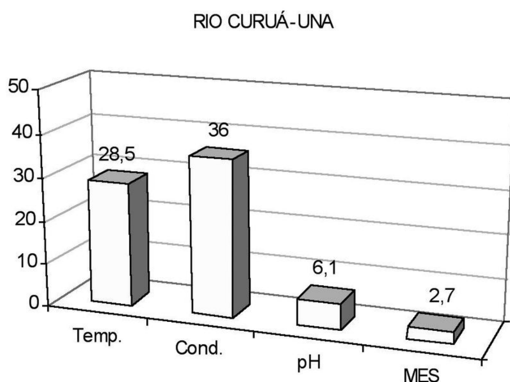
O rio Curuá-Una tem um forte significado econômico para a região do Pará, pois nele está localizada a hidrelétrica do mesmo nome, na Cachoeira do Palhão, distante cerca de 72 quilômetros do centro de Santarém. A hidrelétrica abastece Santarém há mais de 20 anos.

As bacias dos rios Moju e Mojuí são tributárias da bacia do rio Curuá-Una. A bacia hidrográfica do Moju situa-se na porção centro-sul do município, entre as bacias do Curuá-Una e do Mojuí. Ocupa uma superfície aproximada de 3.325 km?, ou cerca de 12,50% de todo o espaço municipal. O rio Moju, afluente da margem esquerda do Curuá-Una, é o principal curso d'água. A bacia do Mojuí está situada na porção central da região, circundada pelas bacias dos rios Tapajós, Amazonas, Curuá-Una e Moju. Ocupa uma superfície com cerca de 2.605 km?, ou 9,80% do espaço municipal. O rio Mojuí, afluente do Moju, é o principal curso d'água. Juntas, formam toda a malha hídrica existente na chamada "Região do Planalto", composta por inúmeros igarapés e rios de pequeno porte, todos convergentes para o rio central, o Curuá-Una. Juntas, perfazem um total aproximado de 9.986 km?, ou cerca de 37,65% de todo o município de Santarém, ocupando a porção leste da região.

Ao dirigir-se para o Amazonas, no sentido sudoeste-nordeste, no município de Prainha, a aproximadamente 60 km da confluência com o grande rio, o Curuá-Una recebe o rio Curuá do Sul, que tem como formadores os rios Tutuí e Uruará.

- Aspectos hidroquímicos

Apresenta, na região do Pacoval, município de Santarém (PA), águas ácidas e pouco mineralizadas (6< pH <7 e condutividade < 40 µS/cm, em junho/97). As águas mostraram-se quentes e com pouco material em suspensão (Figura 97).



Figur-97. Mostra os valores de temperatura (oC), condutividade (µS/cm), pH e material em suspensão (MES - mg/L) no rio Curuá-Una (HIBAM, 1998) .

RIO PARU

- Caracterização física

A bacia do rio Paru situa-se entre os paralelos 02º33'36"N a 02º04'12"S de latitude e 52º07'48" a 55º45'36"W de longitude (Figura 98). Seus limites são: ao norte o Suriname e o Estado do Amapá, ao sul o rio Amazonas, a leste a bacia do rio Jarí e a oeste, as bacias dos rios Maicurú,

Cuminapanema e Tapajós. Sua área é de 54.562,208 km^2, que corresponde a 4,3% do estado do Pará.

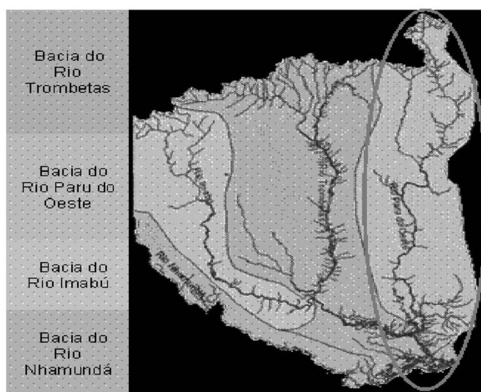


Figura-98. Rio Paru, margem esquerda do rio Amazonas. Disponível em: <http://www.para30graus.pa.gov.br>. Acesso em: 09 ago. 2005.

Segundo o governo do Pará, o rio Paru de Oeste é um dos principais responsáveis pela drenagem do muncípio de Almerim, o qual atravessa desde sua nascente até a foz. Seus afluentes principais são os rios Citaré, Itapecurú, Tucuranã, Paicuru e Urucurituba, todos pela margem direita, já que os da margem esquerda são inexpressivos. No município de Nhamundá, fazendo parte da sub-região Nhamundá-Trombetas o rio Paru de Oeste é um dos responsáveis pela hidrologia da região.

Em sua região ficam as Terras Indigenas do Tumucumaque e Rio Paru de Oeste. Segundo os antropólogos Gabriel Coutinho Barbosa e Paula Furtado, baseados em fontes históricas e nos próprios relatos dos habitantes das aldeias, a região do baixo e médio rio Paru de Leste foi um dos locais de origem dos índios Aparai, enquanto a região do alto e médio curso do rio Paru de Leste e seu afluente Citaré foram habitadas

por muito tempo pelos Wayana. Na região do Paru de Oeste/Cuxaré também foi estabelecido um dos conjuntos populacionais dos Tiriyó que, juntamente com o do rio Paru de Leste formam o Parque Indígena de Tumucumaque. No Paru de Oeste os Tiriyó compartilham seu território com os grupos Kaxuyana., Ewarhuyana e Tsikuyana, bem como com alguns membros das etnias Akuriyó, Waiwai e Waiapi. No Paru de Leste, os Tiriyó encontram-se predominantemente na cabeceira enquanto os Wayana e Apalaí habitam seu médio curso.

- Aspectos hidroquímicos

Apresenta, no município de Almerim (PA), águas ácidas e pouco mineralizadas (6< pH <7 e condutividade < 30 μS/cm, em junho/97). As águas mostraram-se quentes e com pouco material em suspensão (Figura 99), valores característicos de rio de águas claras.

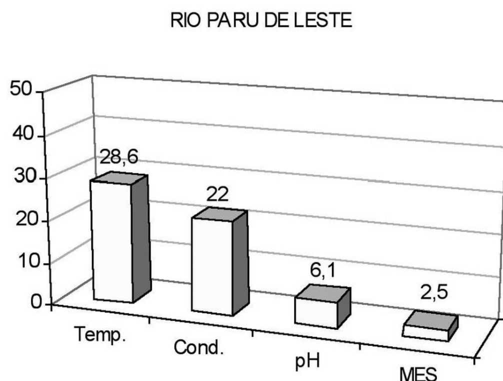


Figura-99. Mostra os valores de temperatura (oC), condutividade (μS/cm), pH e material em suspensão (MES - mg/L) no rio Paru de Leste (HIBAM, 1998).

RIO JARI

- Caracterização física

O rio Jarí é afluente na margem esquerda do rio Amazonas (Figura 100). Fronteira natural entre os estados do Amapá e Pará, o rio Jari é a principal via de penetração a uma das regiões mais remotas da Amazônia, que até a década de 1960 era controlada por povos indígenas da região. Segundo informações de Christoph Jaster, chefe do PNMT, esse pedaço do rio Jari foi percorrido até seu alto curso predominantemente por índios e por garimpeiros. Este rio liga o Rio Tapajós com o Amazonas e é bastante utilizado para passeios, pois é um rio estreito, permitindo a vista de ambas as margens.



Figura-100. Rio Jari durante a estação seca, quando seu leito rochoso fica à mostra, fotografado por Cristoph Jaster, Disponível em: <http://www.wwf.org>. Acesso em: 09 ago. 2005.

Pertencente à Região Calha Norte I (Sub-região Paru-Jari), a bacia do rio Jarí situa-se entre 02°39'02" N e -

01°26’24” S de latitude e 51°47’24” e 55°07’48” de longitude, com limites: ao norte o Suriname; ao sul o rio Amazonas; ao leste o Estado do Amapá e a oeste a bacia do rio Parú. Somente seus afluentes da margem direita estão dentro do território paraense. Das nascentes até o médio curso, o rio Jarí pertence ao Hemisfério Norte, seguindo o curso, desde o marco até desembocar no rio Amazonas. Sua área somente no estado do Pará é de 21.553,037 km^2, que corresponde 1,7%.

Com cerca de 800 km de extensão o rio Jari nasce na Serra do Tumucumaque e deságua no estuário do Rio Amazonas, em frente à Ilha Grande de Gurupá. Apesar de largo, o Jari é difícil de ser navegado devido às inúmeras cachoeiras existentes ao longo de seu curso. Destacam-se as cachoeiras da Pancada, com cerca de 20 m, e do Desespero, com 26 m. A mais bela é a de Santo Antônio, na divisa com o Amapá. Entre seus afluentes da margem esquerda estão os rios Apaouani (ou Mapaoni), o Kou (ou Rouapir) e o Iratapuru .

O rio Jari é navegável até a cachoeira de Santo Antônio, no Km 110, principal marco natural do Rio Jarí. As profundidades disponíveis são de 4m nas cheias e de 2,40m nas estiagens. Da foz de Monguba (Monte Dourado), o rio foi dragado para permitir o tráfego de navios longos e de 12.000 tpb, por interesse do antigo projeto Jari. A carga principal atualmente transportada, muitas vezes para o porto de Belém, é composta por caulim e casca de madeira.

Em sua região, abrangendo o rio Carecuru, afluente da margem direita, fica a Estação Ecológica do Jarí, no município de Almeirim, ao norte do Estado do Pará. Na área do rio Jarí fica também o Parque Nacional Montanhas do Tumucumaque, a maior área protegida em faixa tropical do mundo abrangendo os municípios de Almeirim, Oriximiná, Óbidos e Alenquer, Estado do Pará, e Laranjal do Jarí, no Estado do Amapá.

Região conhecida devido ao "projeto Jarí", onde entre Almerim e no município vizinho Mazagão numa área de 16.000km2 (adquirida inicialmente pelo migrante cearense José Julio de Andrade, ao longo dos anos de 1882 e 1948), cujo principal acesse é o rio Jari, foi fundada, pelo armador americano Daniel Keith Ludwig, a Jari Florestal e Agropecuária Ltda., iniciando as atividades que passaram a ser conhecidas como o "Projeto Jari", cuja finalidade maior era a produção de celulose e papel.

- Aspectos hidroquímicos

Apresenta em sua foz, na Ilha Grande no município de Gurupá (PA), águas ácidas e pouco mineralizadas (6< pH <7 e condutividade < 30 μS/cm, em junho/97). As águas mostraram-se quentes e com pouco material em suspensão (Figura 101), valores característicos de rio de águas claras.

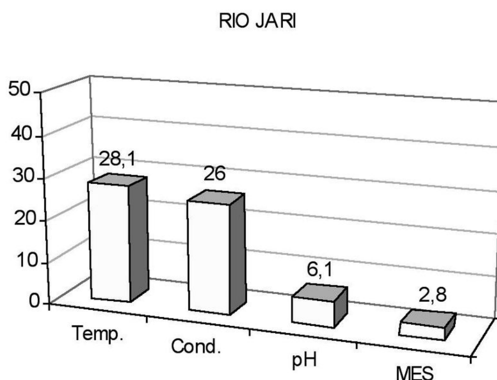


Figura-101. Mostra os valores de temperatura (oC), condutividade (μS/cm), pH e material em suspensão (MES - mg/L) no rio Jari (HIBAM, 1998).

RIO XINGÚ

- Caracterização física

O rio Xingu é um afluente da margem direita do Amazonas (Figura 102), suas nascentes estão situadas em altitudes da ordem de 600m, na junção da Serra do Roncador com a Serra Formosa. Sua extensão total, pode ser avaliada em cerca de 2.045 Km, sendo 1.815 Km com a denominação Xingu.

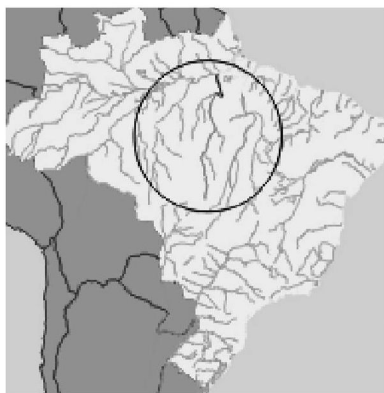


Figura-102. Mapa, mostrando o rio Xingu, (Fonte: AHIMOC - Administração das Hidrovias da Amazônia Ocidental/PETCON - Planejamento em Transporte e Consultoria Ltda, 2002).

A bacia hidrográfica do rio Xingu abrange uma área de 531.250 Km^2 e apresenta uma forma alongada, com cerca de 350 Km de largura média e 1.450 Km de comprimento. A rede de drenagem é quase paralela entre a maioria dos afluentes e corre no sentido da declividade geral da bacia. Apesar de sua extensão, o rio Xingu ainda não se apresenta como apropriado para a navegação em larga escala. Entretanto, em seu baixo

curso, possui um estirão contínuo navegável de 360 Km. No curso superior, somente canoas podem navegar, em trechos relativamente extensos, porém, entre cachoeiras.

O baixo Xingu é o trecho compreendido entre Belo Monte e sua foz, na margem direita do Amazonas. Sua declividade é baixa, provavelmente semelhante à do Amazonas. É um trecho francamente navegável. O rio apresenta-se muito largo, quase em forma de estuário, estreitando-se somente na sua foz, onde tem cerca de 7 Km de largura. A influência da maré se faz sentir em praticamente todo o trecho. Nas proximidades da foz, assim como à montante da Vila de Souzel, encontram-se numerosas ilhas, geralmente baixas e alagadiças, algumas delas aproveitadas para fins agrícolas ou como pastagens. Em frente à cidade do Porto de Moz, situada na margem direita do rio Xingu, distante 60 Km de sua foz, existe um canal natural chamado de Paraná do Aquiqui, que liga o Xingu ao Amazonas, com o ponto de penetração na altura da cidade de Almeirim, situada na margem esquerda do Amazonas. A extensão deste canal é de 66 Km, aproximadamente.

- Aspectos hidroquímicos

Apresenta em Porto de Moz no Para, águas ácidas e pouco mineralizadas ($6 < pH < 7$ e condutividade $< 30\ \mu S/cm$, em junho/97). As águas mostraram-se quentes e com pouco material em suspensão (Figura 103), valores característicos de rio de águas claras.

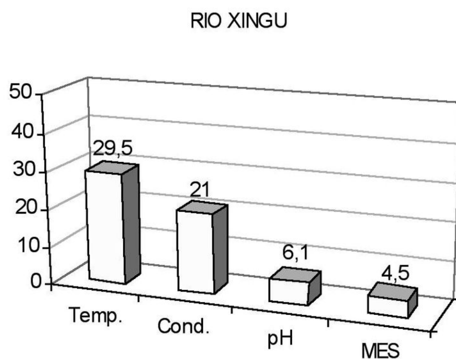


Figura-103. Mostra os valores de temperatura (oC), condutividade (μS/cm), pH e material em suspensão (MES - mg/L) no rio Xingú (HIBAM, 1998).

O FENÔMENO DOS ENCONTROS DAS ÁGUAS NA AMAZÔNIA

Vários encontros das águas ocorrem na Amazônia, e a explicação para tal fenômeno esta nas diferenças das propriedades físicas, físico-químicas e químicas das águas dos rios envolvidos, como: densidade, temperatura, velocidade, profundidade, pH e condutividade.

Um dos mais famosos encontros, que acontece a aproximadamente 10 km da cidade de Manaus, é quando as águas escuras do rio Negro se encontram com as águas barrentas do rio Solimões (Figuras 104). A junção dos rios Negro e Solimões é marcada por uma característica: suas águas escuras e claras, respectivamente, dão a impressão de correr lado a lado por 6 quilômetros, passando então a formar o rio Amazonas, até chegar ao oceano Atlântico. Este fenômeno é um capricho da natureza muito apreciado por turistas.



Figura-104. Encontro das águas dos rios Negro e Solimões, fotografado por Lula Sampaio, Acervo Manaustur - Fundação Municipal de Turismo.

A explicação para o fenômeno está nas diferenças nas propriedades físicas, físico-químicas e químicas das águas barrentas e ricas em nutrientes do Solimões que empurram as águas escuras e pobres em nutrientes do rio Negro para perto das margens. O rio Solimões é muito mais denso (~ 0,998) que o rio Negro (~0,997), tem condutividade elétrica dez vezes superior (134 e 14 µS/cm, respectivamente); sua vazão (52,640 e 154,620 m^3/s, respectivamente) e velocidade são cerca de três vezes maior que as do rio Negro (5,6 e 16,7 m/s, respectivasmente), o que faz com que o rio Solimões "atropele" o rio Negro (Figuras 105 e 106). Este, por sua vez, tem temperatura mais alta e água mais ácida. "Eles são como água e óleo, não se misturam", diz Patrick Seyler do Instituto Francês IRD.

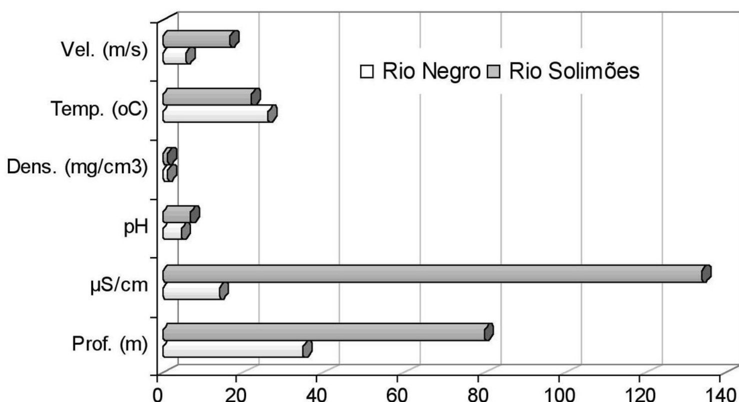


Figura-105. Valores de Densidade (mg/cm3), condutividade (μS/cm), velocidade (m/s), temperatura (oC), pH e profundidade dos rios Negro e Solimões.

A profundidade das águas é outra grande diferença entre os rios. A do Negro é de 30 a 35 metros, enquanto a do Solimões pode chegar a 80 metros. “O fundo dos rios se situa abaixo do nível do mar”, explica o geoquímico Patrick Seyler. “Se eles parassem de correr, o mar invadiria Manaus”. Doze quilômetros depois do encontro dos rios, as águas do Negro já estão bastante afetadas pelas do Solimões. No entanto, a homogeneização completa dos rios só acontece 100 quilômetros depois. Ela é retardada pela chegada, na margem esquerda do Amazonas, dos rios Preto da Eva e Urubu, de águas negras, e na margem direita, do Madeira (também de origem andina e águas brancas) e de um braço do Solimões que contorna a ilha de Careiro.



Figura-106. Encontro dos rios Solimões e Negro, fotografado por: Alain Laraque / IRD.

Outro encontro famoso é o das águas verdes cristalinas do rio Tapajós com as argilosas do rio Amazonas, em frente à cidade de Santarém-PA, que correm lado a lado sem se misturarem por vários quilômetros, até que o Amazonas absorva completamente o Tapajós (Figuras 107, 108 e 109).



Figura-107. Encontro das águas verdes cristalinas do Tapajós com as argilosas do Amazonas. Disponível em: <http://www.amazon.com.br>. Acesso em 23 jul. 2005.



Figura-108. Encontro das águas do Tapajós com o Amazonas. Autor desconhecido.



Figura-109. Encontro das águas dos rios Amazonas e Tapajós, fotografado por Luis de Carvalho. Disponível em: <http://www.santaremtur.com.br/portugues/tours/>. Acesso em 23 jul. 2005.

Um dos fatores que contribui no retardamento da miscigenação total das águas é a vazão. A qual depende, entre outros fatores, do balanço hídrico e da cobertura da bacia (energia de relevo, vegetação, tipo de solo, formação geológica, etc.). Esses fatores constituem bases para a tipologia dos rios, de acordo com o comportamento do escoamento anual e em períodos mais longos. O rio Amazonas possui a maior vazão do mundo, e mesmo alguns de seus afluentes apresentam maior vazão do que outros grandes

rios de outros locais do globo. A contribuição de alguns afluentes das margens direita e esquerda com o grande rio, no período da cheia, pode ser conferida nas figuras 110 e 111, respectivamente.

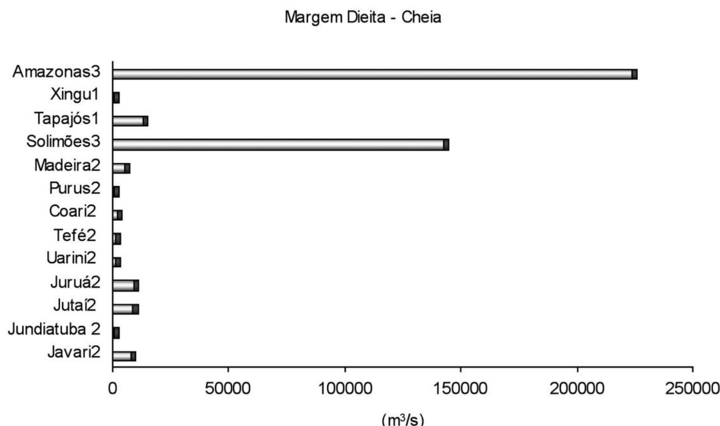


Figura-110: Mostra a vazão de afluentes da margem direita e do Amazonas no período de cheia (1 - HIBAM Campanha Solimões-Amazonas, 1997; 2 - HIBAM Campanha Solimões-Amazonas, 2002 e 3 - HIBAM Campanha Solimões-Amazonas, 2003).

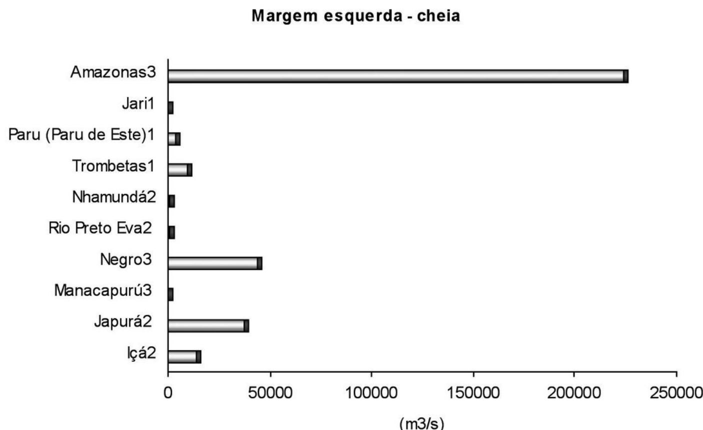


Figura-111. Mostra a vazão de afluentes da margem esquerda e do Amazonas no período de cheia (1 = HIBAM Campanha Solimões-Amazonas, 1997; 2 = HIBAM Campanha Solimões-Amazonas, 2002 e 3 = HIBAM Campanha Solimões-Amazonas, 2003).

OBRAS CONSULTADAS

AG NCIA NACIONAL DE ÁGUA (ANA); MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Plano Nacional de Recursos Hídricos: Documento Base de Referência – Minuta. Brasília-DF, 2003b.

AHIMOC - Administração da Hidrovia da Amazônia Ocidental. Rios da Amazônia Ocidental. Disponível em: <http://www.ahimoc.com.br>. Acesso em: 02 ago. 2005.

ALMANAQUE ABRIL. Rio Amazonas. O maior rio do mundo. ALMANAQUE ABRIL/98, VERSÃO CD-ROM. Disponível em: <http://www.exercito.gov.br/03Brafor/Amazonia/0011106.htm>. Acesso em 23 jul. 2005.

AMAZONAS. Secretaria de Estado da cultura. Biblioteca Virtual. Manacapuru. Disponível em: <http://www.bv.am.gov.br/portal/conteudo/municipios.php> Acesso em: 12 ago. 2005.

AMAZONAS. Secretaria de Estado da cultura. Biblioteca Virtual. Rio Preto da Eva. Disponível em: <http://www.bv.am.gov.br/portal/conteudo/municipios/rio_preto_eva.php>. Acesso em 12/08/2005.

AMAZONAS BY VIVERDE. Amazônia encantada - cruzeiro Solimões. Disponível em: <http://www.viverde.com.br/amazonia_expedition.html>. Acesso em: 09 ago. 2005.

Amazônia Legal. Fantáticos/Encontro das Águas - Rios Solimões/Negro. Disponível em: <http://www.amazonialegal.com.br/textos/fantasticos/Fantasticos_Encontro_Aguas.htm>. Acesso em: 23 jul. 2005.

Amazônia Legal. Fantáticos/Encontro das Águas - Rios Tapajós /Amazonas. Disponível em: <http://www.amazonialegal.com.br/textos/fantasticos/Fantasticos_Encontro_Aguas.htm>. Acesso em: 23 jul. 2005.

Amazônia Legal. Rios nossos caminhos naturais. Disponível em: <http://www.amazonialegal.com.br/textos/rios/Rios_Igarapes.htm>. Acesso em: 22 jul. 2005.

AMBIENTE BRASIL. Energia hídrica / elétrica. Disponível em: <http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./energia/index.html&conteudo=./energia/hidrica.html>. Acesso em: 03 ago. 2005.

AMBIENTE BRASIL. Floresta Amazônica. Disponível em: <http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./natural/index.html&conteudo=./natural/biomas/amazonia.html>. Acesso em 11 ago. 2005.

AMBIENTE BRASIL. Legislação Ambiental Impressa. Disponível em: <<http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./estadual/index.html&conteudo=./estadual/pa4.html>. Acesso em: 09 ago. 2005.

AMBIENTE BRASIL. Turismo Verde. Amazonas. Disponível em: <http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./ecoturismo/index.html&conteudo=./ecoturismo/turismo_amazonia03.html > Acesso em: 12 ago. 2005.

AMAZON. Pará-Brasil. Disponível em: <http://www.amazon.com.br/ats/santarem.htm>. Acesso em: 11 ago. 2005.

AMAZONRIVER. Rio Jarí. Disponível em: <http://www.amazonriver.com/portuguese/P-Jari.htm>. Acesso em: 09 ago. 2005.

ANSELMI, R.V. Amazônia: uma abordagem multidisciplinar. São Paulo: Ícone Editora. 2004. 188 p.

ANSELMO, A.A.S.; WAICHMAN, A.V. Caracterização da Qualidade da Água na Bacia do Rio Uatumã em Presidente

Figueiredo. In: II Congresso de Estudantes e Bolsistas do Experimento LBA, 2005, Manaus. Anais. p. 79. Manaus: LBA .

ANONYMUS. Die Ionenfracht des Rio Negro nach Untersuchungen von Dr. H. Ungemach. Amazoniana, Kiel, v. 3, p. 175 –185, 1972 a.

ANONYMUS Regenwasseranalysen aus Zentralamazonien, ausgeführt in Manaus, Brasilien, von Dr. H. Ungemach. Amazoniana, Kiel, v. 3, p. 186 -198, 1972 b.

ARMIJOS, E. et al. NAPO'2004: CR de l'équipe hydrologie. Brasilia: Hibam 2004. Relatório da Campanha NAPO'2004.

APHA - American Public Health Association. Standart Methods for the examination of water and wastewater. 16 ed. Washington, 1985.

AQUARIOMANIA. Rio Tefé. Fórum de discussões – Textos sobre discos. Disponível em: <http://www.aquariomania.com.br.>. Acesso em: 10 ago. 2005.

AYRES, J.M. As matas de várzea do Mamirauá. MCT-CNPq-Programa do Trópico Úmido- Brasília - DF. CNPq. Sociedade Civil Mamirauá. 123 p, 1995.

BAINES, S. G. A Usina Hidrelétrica de Balbina e o Deslocamento Compulsório dos Waimiri-Atroari. 1994. Republicado em MAGALHÃES, S.B.; BRITO, R.C. e RAMOS, E. (Orgs.) Energia na Amazônia, pp. 747-759. Belém: MPEG/UFPA, 1996. Disponível em: <http://www.unb.br/ics/dan/Serie166empdf.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2005.

BALAIO. Rio Jarí. Disponível em: <http://www.balaio.com.br/pesca/pesqueiros/pesqueiros.htm>. Acesso em: 09 ago. 2005.

BARTHEM, R.; GOULDING, M. Os bagres balizadores: ecologia, migração e conservação de peixes amazônicos. Tefé: Sociedade Civil Mamirauá/Brasília: CNPQ.1997.130p.

BARTHEM, R. B.; FABRÉ, N.N. Biologia e diversidade dos recursos pesqueiros na Amazônia. In: Mauro Luis Ruffino. (Org.).

A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia brasileira. Manaus: 01 ed. Manaus, 2004, v. 01, p. 17-62.

BARTHEM, R.; GOULDING, M. Os bagres balizadores : ecologia, migração conservação de peixes amazônicos. Tefé: Sociedade Civil Mamirauá/Brasília: CNPQ.1997.130p.

BENCHIMOL, S. Esboço de uma política e estratégia para a Amazônia. Disponível em: <http://www.trf1.gov.br/Usuario/ESMAF/site/Textos/ESMAF_palestras_arquivos >. Acesso em: 10/08/2005

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. Caracterização dos ecossistemas florestais e de áreas manejadas com cultivo do dendê. 2004. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/prog/ppg7/projetos/proj838.pdf >. Acesso em: 12 ago. 2004.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Eletrobrás. Programa Projeto Ribeirinhas. Disponível em: <http://www.eletrobras.gov.br/EM_Programas_Ribeirinhas/situacao.asp?local=socorro> Acesso em: 10 ago. 2005.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente Ambiente (MMA). Secretaria de Recursos Hídricos. Navegando pelas águas. Bacia 1 (Bacia Amazônica). Disponível em: <http://www.hidricos.mg.gov.br/in-bacia.htm>. Acesso em: 11 ago. 2005.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Programa Aquabio. Anexo 1: A Bacia Amazônica. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/sbf/chm/doc/aquabio/9anexo.pdf>. Acesso em: 09 ago. 2005.

Brasil. Ministério dos Transportes. Transporte aquaviário-hidroviário. Disponível em: <http://www.transportes.gov.br>. Acesso em: 11 ago. 2005.

BRINGEL, S.R.B.; SANTOS, U.M.; RIBEIRO, M.N.G.; BERGAMIN FILHO, H. Bacia do Rio ParauariMauésAçu. Aspectos Químicos Devidos a

Alterações Hidrológicas da Bacia. Acta Amazonica,

v. 14, n. 12, p. 7785, 1984.

BRINKMANN, W.L.F.; SANTOS, A. dos. Natural waters in Amazonia VI. Solube calcium properties. Acta Amazonica, v. 3, n. 3, p. 33-40, 1973.

BRITO, F. de P. O Projeto Jari e sua ferrovia. In: <http://www.vfco.com.br/ferrovias/Jari/projjari.htm>. Acesso em: 09 ago. 2005.

CAMACHO, K. União Indígena pede investigação sobre provável morte de índios e madeireiros no Amazonas. Rota Brasil Oeste, 24 jan. 2005. Disponível em: <http://www.brasiloeste.com.br/noticia/1381/morte-tucanos-amazonas>. Acesso em: 09 ago. 2005.

CARMOUZE, J. P. (1994). O Metabolismo dos ecossistemas aquáticos: fundamentos teóricos, métodos de estudo e análises químicas. São Paulo - Editora Edgard Blücher – FAPESP. 253p.

CARVALHO, N. de O; CUNHA, S. B. da. Estimativa da carga sólida do rio Amazonas e seus principais tributários para a foz e oceano: uma retrospectiva. A Água em Revista, v. 6, n. 10, p. 44-58p, 1998.

CARVALHO, L. Encontro das águas: Tapajós e Amazonas. In: SANTARÉM TUR. Passeios Curtos / Fluviais. Disponível em: <http://www.santaremtur.com.br/tours/>. Acesso em 23 jul. 2005.

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Coliformes totais e fecais: determinação do número mais provável pela técnica dos tubos múltiplos. Método de ensaio. São Paulo : CETESB, 40p. 1986

Clement, C.R.; Santos. L.A. 2004. A situação atual de pupunha no Brasil. Disponível em: <http://www.inpa.gov.br/pupunha/probio/situacao-am.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2005.

COMIBAM/AMTB/SEPAL. Isolados do Alto Jutaí do Brasil. Adote um povo.. Disponível em:

<http://www.aup.org/lista/pr9028.htm>. Acesso em: 09 ago. 2005.

CUNHA, H. B.; BRINGEL, S. R. B. Hidroquímica da Bacia do Rio Preto da Eva-AM. In: I Simpósio de Recursos Hídricos da Amazônia: Água: Recurso Estratégico para o desenvolvimento da Amazônia. CD-rom. Manaus: ABRH/UFAM, 2003.

DAY, J.A.; DAVIES, B.R. The Amazon System. In: Davies, B.R.; Walker, K. F. (eds.). The Ecology of River Systems. Dordrecht: Dr. W. Junk Publishers, 1986. p. 289-318.

DUNNE, T; MERTES, L.A.K; MEADE, R.H; RICHEY, J.E; FORSBERG, B.R., FREITAS, M.A.V. Gestão de Recursos Hídricos na Bacia Amazônica. Manaus, ANA, agosto de 2003b, (CD-rom).

EMBRAPA. Funai flagra garimpeiros no rio Jutaí. Reportagens eletrônicas. Agosto de 2002. Disponível em: <http://www.cnpm.embrapa.br/reporte/i_el2002_1.html#elet74>. Acesso em: 09 ago. 2005.

SALDANHA, p. Encontrado o Local Exato da Nascente do Rio Amazonas. National Geographic Society, dez. 2000.

ESCOLA VESPER. Penetrar na Amazônia é descobrir um mundo novo com lugares intocados. Disponível em: <http://www.escolavesper.com.br/amazonia_inf_imp.htm>. Acesso em 11 ago. 2005.

ESTEVES, F. A. Fundamentos de limnologia, Rio de Janeiro, - Editora Interciência Ltda - FINEP. 574p, 1988.

FERREIRA, H. da S.; NOGUEIRA, A. R. B. Uma Abordagem da Geografia Cultural: O Significado Simbólico do Rio. In: Jornada de Iniciação Científica da Universidade Federal do Amazonas, 2004, Manaus. Anais. Manaus: UFAM, 2004.

FITTKAU, E. J. Ökologische Gliederung des Amazon gebietes auf geochemisches Grundlage. Forsch Geol, Palaöntol., Münster, 20:35-50p, 1971.

FITTKAU, E.J; IRMLER, U; JUNK, W.J; REIS, SCHMIDT, F. Productivity, biomass and populations dy namics in Amazonian Water Bodies. In: Golley, F.B e Medina, E, eds. Tropical

Ecological Systems trends in terrestrial and aquatic research, Berlin, Springer-Verlar. 289-312p, 1975.

FURASTÉ, P. A. Normas Têcnicas para o Trabalho Científico. Explicitação das Normas da ABNT, - 13. ed. - Porto Alegre: s.n., 185p. 2005.

FREITAS, M.A.B. de. Povos Indígenas - DSEI de Parintins. INDASPI - Instituto de Desenvolvimento de Atividades de Auto-Sustentação das Populações Indígenas. Disponível em: <http://www.indaspi.com.br/povos.php>. Acesso em: 10 ago. 2005.

FREITAS, M.A.V. Gestão de Recursos Hídricos na Bacia Amazônica. Manaus, ANA, agosto de 2003b, (CD-rom).

FURCH, C.H. Water chemistry of the Amazon basin: The distribution of chemical elements among fresh waters. In: SIOLI, H. (Ed.). The Amazon. Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin. Dordrecht: Junk Publishers. 580 pp. 1984.

FURCH, K. Haupt-und Spurenmetallgehalte Zentralamazonischer Gewässertypen (erste Ergebnisse). Biogeographica, v. 7, p. 27-43, 1976.

GIBBS, R. G. The Geochemistry of the Amazon River System: Part I. The Factors that Control the Salinity and the Composition and Concentration of the Suspended Solids. Geol. Soc. Amer. Bull., v. 78, p. 1203 -1232, 1967.

GOLTERMAN, H. L; CLYMO, R.S. Methods for physical and chemical analysis. Oxford: Blackwell Scientific Publication,213p, 1971 (handbook nº 8)

GUNKEL G. Anthropogene Belastungen des Curuá-Una Staudamms (Amazonien, Brasilien). Berlim: Universität Berlin, 2001. Disponível em: <http://itu107.ut.tu-berlin.de/wrh/persons/gunkel/gunkel.html>. Acesso em: 03 ago. 2005.

GUYOT, J. L.; BABY, P; SEYLER, P; HOORELBECKE, R; FILIZOLA, N; SUBÍA, G. Comisión de aforos y muestreo de agua y de sedimentos en la cuenca del Río Napo, Ecuador. Brasília: HiBAm, 1998. 5 p.

Guyot J.L.; Filizola N.; GUIMARÃES, V.S. Quarta campanha de medições de vazão e amostragem de água e sedimentos na bacia do rio Solimões e no rio Amazonas. Brasília: Publ. HiBAm, 65 p. 1996.

Guyot J.L., Callède J., Seyler P., Santos J.B., Silva J.J., Rios M., Rodrigues M., Filizola N. Oitava campanha de medições de vazão e amostragem de água e sedimentos na bacia do rio Solimões e no rio Amazonas. Brasília: Publ. HiBAm, 93 p. 1998.

IBAMA. Decreto de 16 de julho de 2002. Cria a Reserva Extrativista do Rio Jutaí, no Município de Jutaí, Estado do Amazonas, e dá outras providências. Disponível em:<http://www.ibama.gov.br/siucweb/mostraDocLegal.php?seq_uc=1157&seq_tp_documento=3&seq_finaliddoc=7>. Acesso em: 09 ago. 2005.

IBAMA. Decreto de 22 de agosto de 2002 - Cria o Parque Nacional Montanhas do Tumucumaque, no Amapá. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/siucweb/mostraDocLegal.php?seq_uc=154&seq_tp_documento=3&seq_finaliddoc=7>. Acesso em: 09 ago. 2005.

IBAMA. Decreto de 27 de Outubro de 2004. 2004. Homologa a demarcação administrativa da Terra Indígena Paraná do Arauató, localizada no Município de Itacoatiara, Estado do Amazonas. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2004/Dnn/Dnn10334.htm > Acesso em: 15 ago. 2005.

IBAMA. Decreto de 27 de Outubro de 2004. 2004. Homologa a demarcação administrativa da Terra Indígena Rio Urubu, localizada no Município de Itacoatiara, Estado do Amazonas. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-

2006/2004/Resenha/10_outubro.htm> Acesso em 15 ago. 2005.

IBAMA. Decreto Nº 87.092, de 12 de Abril de 1982. Cria a Estação Ecológica do Jari, e dá outras providências. Disponível em:

<www.ibama.gov.br/siucweb/mostraDocLegal.php?seq_uc=670&seq_tp_documento=3&seq_finaliddoc=7 - 5k>. Acesso em: 09 ago 2005.

IBAMA. Decreto Nº 88.541, de 21 de Julho de 1983. Cria a Reserva Ecológica de Jutaí-Solimões, em área de terra que indica e dá outras providências. Disponível em: <http://www2.ibama.gov.br/unidades/ecolog/docleg/4004/dec88541.htm>. Acesso em: 09 ago. 2005.

IBAMA. DECRETO Nº 99.277, DE 6 DE JUNHO DE 1990. Cria, no Estado do Amazonas, a Reserva Biológica do Uatumã e dá outras providências. Disponível em:<http://www.ibama.gov.br/siucweb/mostraDocLegal.php?seq_uc=100&seq_tp_documento=3&seq_finaliddoc=7>. Acesso em 11 ago. 2005.

IBAMA. DECRETO S/Nº DE 6 DE NOVEMBRO DE 1998. (Decreto de criação da Reserva Estrativista Tapajós-Arapiuns). Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/resex/tapajos/opdecret.htm>. Acesso em 11 ago. 2005.

IBAMA. Programa Nacional de Desenvolvimento da Pesca Amadora — PNDPA. Disponível em <http://www.ibama.gov.br/pndpa/index.php?id_menu=12&id_arq=24> Acesso em: 11 ago. 2005.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia do Brasil. Região Norte. Rio de Janeiro: FIBGE, Diretoria Técnica. Geografia do Brasil. 466 p, 1977.

INTERNEXT. Maués. Disponível em: <http://www.internext.com.br/valois/maues/geograf.htm> Acesso em 18 ago. 2005.

IPHAM - Sítios Arqueológicos. Disponível em <http://www.iphan.gov.br/bancodados/arqueologico/mostrasitiosarqueologicos.asp> Acesso em: 12 ago. 2005.

KELBER, D. Balbina, a represa do Uatumã – Parte II. Disponível em: <http://www.fishingworld.com.br/aventura/avent35/avent35.htm>. Acesso em: 11 ago. 2005.

KLINGE H. Podzol soils : a source of blackwater rivers in Amazonia, 117-125. In: H. Lent (ed.). Atas do Simpósio sobre a Biota Amazônica - Limnologia. Belém: UFPA, vol. 3. 1967.

LANDIM, P.M.B; BÚSIO, N.J; WU, F.T; CASTRO, P.R.M. Minerais pesados provenientes de areais do leito do rio Amazonas. Acta Amazônica, v.13, p. 51-72., 1983.

LARAQUE A., GUYOT J.L., SEYLER P., FILIZOLA N. 1998. Nona campanha de medições de vazão e amostragem de água e sedimentos no Encontro das Águas (Rios Solimões e Negro). Publ. HiBAm, Brasília, 52 p. Disponível em: http://www.unb.br/ig/hibam/campanhas/Encontro97.htm. Acesso em 15 ago. 2005.

LARAQUE A., KOSUTH P., FILIZOLA N., SEYLER P., GUIMARÃES V., GUYOT J.L. 12a campanha de medições de vazão e amostragem de água na bacia do rio Negro e no rio Amazonas. Brasília: Publ. HiBAm, 76 p. 1998.

LARAQUE A.; MULLER, F.; RIOS, M. 16a campanha de medições de vazão e amostragem de água no rio Amazonas. Brasília: Publ. HiBAm, 37 p. 1999. (Parte A: Manacapuru – Óbidos).

LEENHEER, J.A. Origin and nature of humic substance in the waters of the Amazon river basin. Acta Amazônica. v. 10, p. 513-526, 1980.

LEITE, E.J. Santarém o planeta água. Disponível em <http://www.ejls.com.br/noticia_ver3.php?noticia=0856501601.php>. Acesso em: 02 ago. 2005.

MANAUS ENERGIA. Centro de Preservação e Pesquisa de Mamíferos Aquáticos - CPPMA. Disponível em:

<http://www.manausenergia.com.br/arquivos/Cppma.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2005.

MARTINELLI, L. A. Composição química e isotópica (13C) de sedimentos de várzea e suas interações com alguns rios da bacia Amazônica. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, ESALQ/USP, 1986. 202 p. Dissertação (Mestrado em Energia Nuclear na Agricultura) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - Universidade de São Paulo), 1986.

MASSON, C. G. M. J. Subsídios para uma gestão dos recursos hídricos na Amazônia: Estudo de caso da bacia do rio Madeira. Coordenação dos Programas de Pós-Graduação de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro -COPPE/UFRJ, 2004. 277p. Dissertação (Mestrado em Ciências), 2005.

MILLIMAN, J.D; MEADE, R.H.. World-wide delivery of river sediment to the oceans. Journal of Geology. v.91, p. 1-21, 1983.

MIRANDA, E. E. de. Água na natureza, na vida e no coração dos homens. Campinas, 2004. Disponível em: <http://www.aguas.cnpm.embrapa.br>. Acesso em: 27 jul. 2005.

MONTEIRO, R.M. Wana Adjaba itsonim nawara (os donos da terra). OPAN-Operação Amazônia Nativa. Disponível em: <http://www.opan.org.br/opan_texto.asp?CodTex=1>. Acesso em: 09 ago. 2005.

Moss, G.; Moss, M. Projeto: O Brasil das águas. Ano? Disponível em: < http://360graus.terra.com.br/extremoss/brasildasaguas > Acesso: 10/08/2005).

NOGUEIRA, R. J. B, Amazônia: uma visão que emerge das águas. Revista do Departamento de Geografia, USP, São Paulo, Humanitas publicações, v. 11, 1997, p. 211-215.

PARÁ. Coordenadoria de Comunicação Social do Governo (CCS). Município de Santarém. Disponível em: <http://www.pa.gov.br/conhecaopara/santarem1.asp>. Acesso em: 02 ago. 2005.

PARÁ. Secretaria Executiva de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente (SECTAM). Lei 6426, de 17 de dezembro de 2001. Cria a Área de Proteção Ambiental Paytuna e dá outras providências. Disponível em <http://www.sectam.pa.gov.br/lei-6426.htm>. Acesso em: 09 ago. 2005.

PARÁ. Secretaria Executiva de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente (SECTAM). Região Baixo Amazonas. Disponível em: <http://www.para30graus.pa.gov.br/Rec_BxAmazonas.htm>. Acesso em: 02 ago. 2005.

PARÁ. Secretaria Executiva de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente (SECTAM). Recursos Hídricos. Região Calha Norte I - Sub-Região Paru-Jari. Disponível em: <http://www.para30graus.pa.gov.br/Rec_Parujari.htm>. Acesso em: 09 ago. 2005.

PARÁ. Secretaria Executiva de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente (SECTAM). Recursos Hídricos. Região Calha Norte II - Sub-Região Cuminapanema-Maicuru. Disponível em: <http://www.para30graus.pa.gov.br/Rec_Cuminap.htm>. Acesso em: 02 ago. 2005.

PARÁ. Secretaria Executiva de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente (SECTAM). Recursos Hídricos. Região Tapajós. Disponível em: <http://www.para30graus.pa.gov.br/Rec_Tapajos.htm> Acesso em 11 ago. 2005.

PASCOALOTO, D. Comunidades de macroalgas de igarapés de terra firme nas regiões de Manaus, Rio Preto da Eva e Presidente Figueiredo, estado do Amazonas: composição, sazonalidade e distribuição. Manaus: INPA/CNPq. 2001. Relatório final – Desenvolvimento Científico Regional. 27 p.

PINTO, A.G.N.; RIBEIRO, J.S.B.; SILVA, M.S.R.; GOMES, N.A. Hidroquímica do rio Urucu e tributários em área de exploração de petróleo, Amazonas-Brasil. In: IX Congresso Brasileiro de Limnologia. Anais. Juiz de Fora: UFMG. 2003.

PORTAL AMAZÔNIA. Rio Uatumã. Disponível em: http://portalamazonia.globo.com/sobre-amazonia.php?idSobreAmazonia=44. Acesso em: 11 ago. 2005.

Prefeitura de Coari. Histórico de Coari. Disponível em: <http://www.portalcoari.com.br/paginas/pagina_inicial/conheca_coari.html>. Acesso em: 10 ago. 2005.

PREFEITURA DE TEFÉ. A História de Tefé (Resumo histórico). Disponível em <http://www.portaltefe.com.br/historia.htm>. Acesso em : 10/ ago. 2005.

PUTZER, H. The geological evolution of the Amazon Basin and its mineral resorces. In: SIOLI, H. (Ed). The Amazon. Limnology and Landscape Ecology of a might Tropical River and its Basin. Dordrecht: Dr. W. JUNK Publishers, 1984. p. 15-45.

RENATA, R. O encontro do Negro com o Solimões. Ciência Hoje, On-Line. Rio de Janeiro 23 mar. 2001. Disponêvel em: <http://cienciahoje.uol.com.br/controlPanel/materia/view/2454>. Acesso em: 23 jul. 2005.

REPÓRTER BRASIL. Pobre município rico. Disponível em: <http://www.reporterbrasil.com.br/reportagens/coari/coari.pdf>. Acesso em 10 ago. 2005.

REZENDE, W.M. Post paleozoic geotectonics of south America related to plate tectonics and continental drift. Congresso Brasileiro de Geologia. v.3, p. 205-210, 1972.

RICHEY, J. E. The Amazon River System. A Biogeochemical Model. In: DEGENS, E.T., ed. Transport of Carbon and Minerals in Major World Rivers. Hamburg: SCOPE/UNEP HEFT, 1982. p. 356-378.

RODRIGUES, A. Panorama das línguas indígenas da Amazônia. Sobre os Conceitos de Amazônia e de Línguas Amazônicas. Com Ciência - Revista eletrônica. Amazônia interesses e conflitos. Disponível em: <http://www.comciencia.br/reportagens/amazonia/amaz6.htm>. Acesso em: 09 de ago. 2005.

SALATI, E; JUNK, W. J; SCHUBART, H. O; OLIVEIRA, A. E.. Amazônia: Desenvolvimento, Integração e Ecologia. São Paulo: Brasiliense, CNPq. 328 p, 1983.

SAMPAIO, L. Encontro das águas dos rios Negro e Solimões. In: Manaustur/Fundação Municipal de Turismo. Atrações Turísticas. Disponível em: <http://www.amazonia.com.br/acesso/>. Acesso em 25 jul. 2005.

SANTOS, A. dos. A Composição Química do Rio Preto da Eva Amazônia - Estudo Preliminar. Ciência e Cultura,

v. 23, n. 5, p.641-646, 1971.

SANTOS, R.P.; SANTOS, L. Quarta expedição de prospecção e coleta de material genético de pupunha na calha do rio Tapajós. Subprojeto: Pupunha: raças primitivas e parentes silvestres / Programa ProBio 2004. Manaus: INPA/CPCA, 2005. 8 p. (Relatório parcial IV - Atividade 3). Disponível em: <http://www.inpa.gov.br/pupunha/probio/expedicao_iv_rio_tapajos.pdf>. Acesso em 11 ago. 2004.

Santos, U.; RIBEIRO, M.N.G. A hidroquímica do rio Solimões - Amazonas. Acta Amazônica, Manaus, v. 18, n. 3-4, p. 145-172, 1988.

SCHAFER, A. Fundamentos de ecologia e biogeografia das águas continentais. Porto Alegre: Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1985. 533p.

SCHMIDT, G.W. Chemical properties of some waters in the tropical rainforest region of Central Amazonia along the new road Manaus Caracaraí. Amazoniana, Kiel, v. 3, n. 2, p. 199 - 207, 1972.

SEVÁ, O. Dimensões internacionais e civilizatórias dos problemas intrínsecos (ditos ambientais) na dimensão petrolífera, minero -metalúrgica e hidrelétrica na Amazônia. Roteiro apresentado no Seminário Internacional de Integração Energética da América Latina, IEE/USP, 10 de maio de 2005. São Paulo: UEE/USP, 2005. Disponível em:

<http://www.fem.unicamp.br/~seva/pdf_seva_1_amazon_petrol_mai05.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2005.

SIESE/CODESE. Codificação do cursos d'água brasileiros. 1978. Disponível em: <http://www.hidricos.mg.gov.br/in-bacia.htm>. Acesso em: 11 ago. 2005.

SILVA, M.S.R.; MIRANDA, S.A.F.; PINTO, A.G.N.; PASCOALOTO, D. Avaliação físico-química da bacia do rio Urubu/AM. In: VII Reunião Especial da SBPC, 2001, Manaus. CD-rom. Manaus: SBPC/UFAM, 2001.

SIOLI, H. As águas do Alto Rio Negro. Bol. Rec. Inst. Agron. do Norte. Belém, v. 32, p. 117-155, 1956.

SIOLI, H. Tropical River as Expressions of their Trrestrial Environments. In: GOLLEY, F.B; MEDINA, E. (Eds). Tropical Ecological Systems Trends in Terrestrial and Aquatic Reserarch. Berlin: Springer-Verlag. 1975. p. 289-312.

SIOLIi, H. Tropical River: The Amazon. In: Whitton, B.A, ed. River Ecology. Berkeley: U.C. Press. 1975. p. 461-487.

SIOLI, H. The Amazon and its main affluents: Hydrography, morphology of the river courses; and river types. In: SIOLI, H. (Ed.). The Amazon. Limnology and Landscape Ecology of a might Tropical River and its Basin. Dordrecht: Dr. W. JUNK Publishers, 1984. p. 127 - 165 p.

SIMÕES, J. Pesquisador aponta o desaparecimento de línguas indígenas. O Estado de São Paulo. São Paulo, 25 fev. 2001. Folha Ciência e Meio Ambiente.

SÓCIO AMBIENTAL. Carta-denúncia dos Povos Indígenas do Brasil no Fórum Social Mundial 2005. Notícias Socioambientais. 22 de agosto de 2005. Disponível em: <

<www.setor3.com.br/.../calandra.nsf/0/D31D4F2D49FFD05883256F9F0051D1EA?OpenDocument&pub=T&proj=Setor3 - 68k>. Acesso em: 09 ago. 2005.

STALLARD, R. F; EDMOND, J.M. Geochemistry of the Amazon 2: the influence of geology and weathering environment on the

dissolved load. Journal of Geophysical Research, v. 88, n. 14, p. 9671 – 9688, 1983.

TOCANTINS, L. O Rio Comanda a Vida, uma interpretação da Amazônia. 3ª ed. Rio de Janeiro: Gráfica Record Editora, 1968. (Coleção Presença Brasileira).

VIAGENS MANEIRAS. Manacapuru. Disponível em: <http://www.viagensmaneiras.com/viagens/manacapuru.htm>. Acesso em: 12 ago. 2005

VIAGENS MANEIRAS. Presidente Figueiredo. Disponível em: <http://www.viagensmaneiras.com/viagens/presfigueiredo.htm> Acesso em: 12 ago. 2005.

VIAMAZONICA. Dados da nossa terra/ Relevo, Hidrografia e Solos. Disponível em: <http://www.viamazonica.com/viatour/index.php?action=dados/relevo.htm>. Acesso em: 03 ago. 2005.

VICTÓRIA, R. L; MARTINELI, L. A; CUNHA, H. B; RICHEY, J. E. The Amazon basin and its natural cycles. In: CNPq. (Org.). Amazônia: um ecossistema em transformação. Brasília, 2000, v. 1, p. 163-204.

VSP INTERNET. Rio Nhamundá. Galeria de fotos. Disponível em: <http://www.vsp.com.br/cidades/mna/images/galeria_fotos/8,p.jpg>. Acesso em 10 ago. 2005.

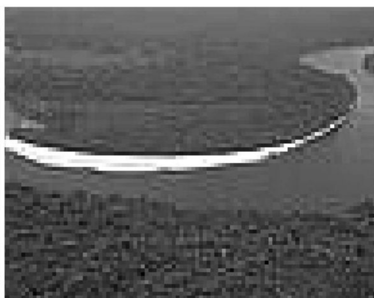
WEBVENTURE. Corrida de Aventura. Canoagem no rio Maicuru (Agência Fotosite). Disponível em: <http://www.zone.com.br/corridadeaventura/ema2001/fotos_291101.htm>. Acesso em: 09 ago. 2005.

WWF - World Wildlife Fund (Fundo Mundial para a Natureza). Expedição desvenda região inóspita do Parque Tumucumaque. Disponível em: <http://www.wwf.org.br/wwf/opencms/site/list_news.jsp?channelId=740&newsChannelId=762>. Acesso em: 09 ago. 2005.

ANEXOS

Fotografias do Projeto Brasil das Águas. Disponíveis em: <http://www.brasildasaguas.com.br/>. Autorizadas para utilização neste trabalho por Margi Moss em 08 ago. 2005.





Anexo-1. Rio Branco, RR, fotografado por Margi Moss.
Anexo-2. Rio Jauaperi, RR, fotografado por Margi Moss.





Anexo 3. Banco de areia no Arquipélago de Anavilhanas, Rio Negro, fotografado por Margi Moss.
Anexo 4. Rio Juruá, fotografado por Margi Moss.




Anexo 5. Rio Purus, fotografado por Margi Moss.
Anexo 6. Rio Tapajós, fotografa por Margi Moss.




Anexo 7. Óbidos, onde o rio se estreita, fotografado por Margi Moss.
Anexo 8. Rio Tapauá na confluência do rio Purus (barrento) com o itaparaná, fotografado por Margi Moss.




Anexo 9. Rio Içá, fotografado por Margi Moss.
Anexo 10. Rio Amazonas, fotografado por Margi Moss - Projeto Brasil das Águas.

Esta obra foi composta em Manaus pela KintawDesign, em Bookman Old Style 10/14 e impressa em novembro de 2007.